

PATENT COOPERATION TREATY

From the INTERNATIONAL BUREAU

PCT

NOTICE INFORMING THE APPLICANT OF THE  
COMMUNICATION OF THE INTERNATIONAL  
APPLICATION TO THE DESIGNATED OFFICES

(PCT Rule 47.1(c), first sentence)

To:  
TANI, Yoshikazu  
6-20, Akasaka 2-chome  
Minato-ku  
Tokyo 107-0052  
JAPON

Date of mailing (day/month/year)  
28 October 1999 (28.10.99)

Applicant's or agent's file reference  
PF11303

IMPORTANT NOTICE

International application No.  
PCT/JP99/02154

International filing date (day/month/year)  
22 April 1999 (22.04.99)

Priority date (day/month/year)  
23 April 1998 (23.04.98)

Applicant

NTT MOBILE COMMUNICATIONS NETWORK INC. et al

1. Notice is hereby given that the International Bureau has communicated, as provided in Article 20, the international application to the following designated Offices on the date indicated above as the date of mailing of this Notice:  
CN,EP,JP,US

In accordance with Rule 47.1(c), third sentence, those Offices will accept the present Notice as conclusive evidence that the communication of the international application has duly taken place on the date of mailing indicated above and no copy of the international application is required to be furnished by the applicant to the designated Office(s).

2. The following designated Offices have waived the requirement for such a communication at this time:  
None

The communication will be made to those Offices only upon their request. Furthermore, those Offices do not require the applicant to furnish a copy of the international application (Rule 49.1(a-bis)).

3. Enclosed with this Notice is a copy of the international application as published by the International Bureau on  
28 October 1999 (28.10.99) under No. WO 99/55033

**REMINDER REGARDING CHAPTER II (Article 31(2)(a) and Rule 54.2)**

If the applicant wishes to postpone entry into the national phase until 30 months (or later in some Offices) from the priority date, a demand for international preliminary examination must be filed with the competent International Preliminary Examining Authority before the expiration of 19 months from the priority date.

It is the applicant's sole responsibility to monitor the 19-month time limit.

Note that only an applicant who is a national or resident of a PCT Contracting State which is bound by Chapter II has the right to file a demand for international preliminary examination.

**REMINDER REGARDING ENTRY INTO THE NATIONAL PHASE (Article 22 or 39(1))**

If the applicant wishes to proceed with the international application in the national phase, he must, within 20 months or 30 months, or later in some Offices, perform the acts referred to therein before each designated or elected Office.

For further important information on the time limits and acts to be performed for entering the national phase, see the Annex to Form PCT/IB/301 (Notification of Receipt of Record Copy) and Volume II of the PCT Applicant's Guide.

The International Bureau of WIPO  
34, chemin des Colombettes  
1211 Geneva 20, Switzerland

Facsimile No. (41-22) 740.14.35

Authorized officer

J. Zahra

Telephone No. (41-22) 338.83.38

THIS PAGE BLANK (USPTO)

## 特許協力条約

PCT

EP US

## 国際調査報告

(法8条、法施行規則第40、41条)  
[PCT18条、PCT規則43、44]

出願人又は代理人 の書類記号 PF11303	今後の手続きについては、国際調査報告の送付通知様式(PCT/ISA/220)及び下記5を参照すること。		
国際出願番号 PCT/JP99/02154	国際出願日 (日.月.年)	22.04.99	優先日 (日.月.年)
出願人(氏名又は名称) エヌ・ティ・ティ移動通信網株式会社			

国際調査機関が作成したこの国際調査報告を法施行規則第41条(PCT18条)の規定に従い出願人に送付する。この写しは国際事務局にも送付される。

この国際調査報告は、全部で 2 ページである。

この調査報告に引用された先行技術文献の写しも添付されている。

## 1. 国際調査報告の基礎

a. 言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願がされたものに基づき国際調査を行った。  
 この国際調査機関に提出された国際出願の翻訳文に基づき国際調査を行った。

b. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際調査を行った。  
 この国際出願に含まれる書面による配列表

この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

出願後に、この国際調査機関に提出された書面による配列表

出願後に、この国際調査機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった。

書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記録した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

2.  請求の範囲の一部の調査ができない(第I欄参照)。

3.  発明の单一性が欠如している(第II欄参照)。

4. 発明の名称は  出願人が提出したものと承認する。

次に示すように国際調査機関が作成した。

5. 要約は  出願人が提出したものと承認する。

第III欄に示されているように、法施行規則第47条(PCT規則38.2(b))の規定により国際調査機関が作成した。出願人は、この国際調査報告の発送の日から1ヶ月以内にこの国際調査機関に意見を提出することができる。

6. 要約書とともに公表される図は、  
第 10 図とする。  出願人が示したとおりである。

なし

出願人は図を示さなかった。

本図は発明の特徴を一層よく表している。

THIS PAGE BLANK (USPTO)

PCT

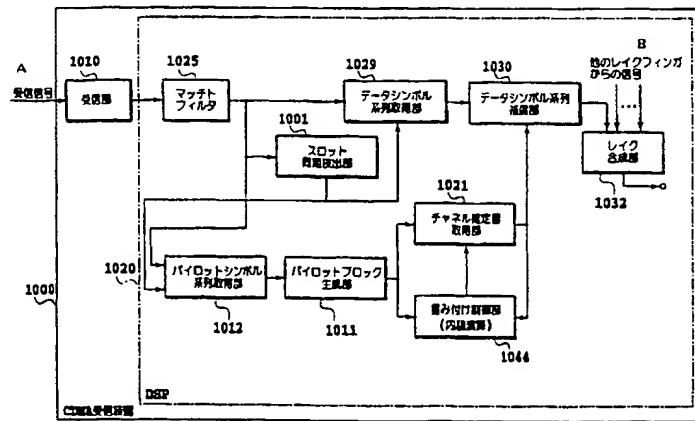
世界知的所有権機関  
国際事務局  
特許協力条約に基づいて公開された国際出願



(51) 国際特許分類6 H04J 13/00	A1	(11) 国際公開番号 WO99/55033
		(43) 国際公開日 1999年10月28日(28.10.99)
(21) 国際出願番号 PCT/JP99/02154		
(22) 国際出願日 1999年4月22日(22.04.99)		
(30) 優先権データ 特願平10/113581 1998年4月23日(23.04.98)	JP	(81) 指定国 CN, JP, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE)
(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) エヌ・ティ・ティ移動通信網株式会社 (NTT MOBILE COMMUNICATIONS NETWORK INC.)[JP/JP] 〒105-8436 東京都港区虎ノ門二丁目10番1号 Tokyo, (JP)		添付公開書類 国際調査報告書 請求の範囲の補正の期限前の公開；補正書受領の際には再公開される。
(72) 発明者；および (75) 発明者／出願人 (米国についてのみ) 安部田貞行(ABETA, Sadayuki)[JP/JP] 〒239-0841 神奈川県横須賀市野比4-18-4-102 Kanagawa, (JP) 佐和橋衛(SAWAHASHI, Mamoru)[JP/JP] 〒236-0052 神奈川県横浜市金沢区富岡西1-59-17 Kanagawa, (JP) 安達文幸(ADACHI, Fumiyuki)[JP/JP] 〒236-0052 神奈川県横浜市金沢区富岡西6-12-4 Kanagawa, (JP)		
(74) 代理人 谷 義一(TANI, Yoshikazu) 〒107-0052 東京都港区赤坂2丁目6-20 Tokyo, (JP)		

(54) Title: CDMA RECEIVER AND CDMA TRANSMITTER/RECEIVER

(54) 発明の名称 CDMA受信装置およびCDMA送受信装置



1000 ... CDMA RECEIVER	1029 ... ACQUISITION OF DATA SYMBOL SEQUENCE
1001 ... SLOT SYNC DETECTOR	1030 ... COMPENSATION FOR DATA SYMBOL SEQUENCE
1010 ... RECEIVER SECTION	1032 ... RAKE COMBINER
1011 ... PILOT BLOCK GENERATOR	1044 ... WEIGHTING CONTROL (DETERMINING INNER PRODUCT)
1012 ... ACQUISITION OF PILOT SYMBOL SEQUENCE	A ... RECEIVED SIGNAL
1021 ... ACQUISITION OF CHANNEL ESTIMATE	B ... SIGNAL FROM OTHER RAKE FINGERS
1025 ... MATCHED FILTER	

(57) Abstract

A CDMA receiver and a CDMA transmitter/receiver, which are less sensitive to fading and capable of accurate channel estimation while taking into consideration the rate of channel changes. When channel estimation is performed by summing the weights on the pilot symbol (average) inserted in a data symbol sequence, the rate of channel changes is taken into consideration for the weighting control. For instance, the inner product value of the channel estimate and the pilot symbol (average) is used as an update value for weighting control. This results in accurate channel estimation.

(57)要約

フェージング変動に対する耐性の高い、チャネル変動の速度を考慮した高精度なチャネル推定を行うCDMA受信装置およびCDMA送受信装置を提供する。本発明では、データシンボル系列に挿入されたパイロットシンボル（の平均値）を重み付け加算してチャネル推定を行う際に、チャネル変動の速度を考慮して重み付けの制御を行う。重み付けの制御は、例えば、チャネル推定値と、パイロットシンボル（の平均値）との内積値を更新値として行う。これにより、高精度なチャネル推定を行うことができる。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

A E	アラブ首長国連邦	D M	ドミニカ	K Z	カザフスタン	R U	ロシア
A L	アルバニア	E E	エストニア	L C	セントルシア	S D	スーダン
A M	アルメニア	E S	スペイン	L I	リヒテンシュタイン	S E	スウェーデン
A T	オーストリア	F I	フィンランド	L K	スリ・ランカ	S G	シンガポール
A U	オーストラリア	F R	フランス	L R	リベリア	S I	スロヴェニア
A Z	オゼルバイジャン	G A	ガボン	L S	レソト	S K	スロヴァキア
B A	ボズニア・ヘルツェゴビナ	G B	英國	L T	リトアニア	S L	シエラ・レオネ
B B	バルバドス	G D	グレナダ	L U	ルクセンブルグ	S N	セネガル
B E	ベルギー	G E	グルジア	L V	ラトヴィア	S Z	スウェーデン
B F	ブルギナ・ファソ	G H	ガーナ	M A	モロッコ	T D	チャード
B G	ブルガリア	G M	ガンビア	M C	モナコ	T G	トゴー
B J	ベナン	G N	ギニア	M D	モルドヴァ	T J	タジキスタン
B R	ブラジル	G W	ギニア・ビサオ	M G	マダガスカル	T Z	タンザニア
B Y	ベラルーシ	G R	ギリシャ	M K	マケドニア旧ユーゴスラヴィア 共和国	T M	トルクメニスタン
C A	カナダ	H R	クロアチア	M L	マリ	T R	トルコ
C C F	中央アフリカ	H U	ハンガリー	M N	モンゴル	T T	トリニダッド・トバゴ
C C G	コンゴ	I D	インドネシア	M R	モーリタニア	U A	ウクライナ
C H	イスス	I E	アイルランド	M W	マラウイ	U G	ウガンダ
C I	コートジボアール	I L	イスラエル	M X	メキシコ	U S	米国
C M	カメルーン	I N	インド	N E	ニジェール	U Z	ウズベキスタン
C N	中国	I S	アイスランド	N L	オランダ	V N	ヴィエトナム
C R	コスタ・リカ	I T	イタリア	N O	ノルウェー	Y U	ユーロースラビア
C U	キューバ	J P	日本	N Z	ニュー・ジーランド	Z A	南アフリカ共和国
C Y	キプロス	K E	ケニア	P L	ポーランド	Z W	ジンバブエ
C Z	チェコ	K G	キルギスタン	P T	ポルトガル		
D E	ドイツ	K P	北朝鮮	R O	ルーマニア		
D K	デンマーク	K R	韓国				

## 明細書

## C D M A 受信装置およびC D M A 送受信装置

## 技術分野

本発明は、フェージング変動に対する耐性の高い、チャネル変動（伝搬路変動）の速度を考慮した高精度なチャネル推定を行うC D M A（Code Division Multiple Access：符号分割多元接続）受信装置およびC D M A送受信装置に関する。

## 背景技術

移動通信環境下においては、移動局と基地局との相対位置の変動に伴うレイリーフェージングに起因した通信チャネルの振幅変動、位相変動が生ずる。そのため、従来、データ（情報）を搬送波位相で伝送する位相変調方法においては、送信側では送信しようとするデータを差動符号化して、前後のシンボルの相対位相にデータを載せておき、受信側では遅延検波を行うことによりデータを識別、判定する方法が一般的であった。

しかし、遅延検波では、前述のように送信するデータを差動符号化するため、無線区間での1ビット誤りがデータの2ビット誤りになってしまい、同期検波、例えば2相位相変調方式（B P S K変調）と比較して、同じS N I R（Signal-to-Noise and Interference power Ratio：希望受信信号電力対干渉・雑音電力比）で受信誤り率が3 d B劣化する。

一方、受信信号の位相を各データシンボル毎に絶対位相で識別判定する絶対同期検波は高効率な受信特性であるが、レイリーフェージング環境下において受信絶対位相を判定することは困難である。

この問題を解決するために、データシンボル系列にパイロットシンボルを挿入し、このパイロットシンボルを用いてデータシンボルのチャネル推定を行う方法が提案されている。パイロットシンボルの挿入方式としては、データシンボル間にパイロットシンボルを挿入する時間多重型パイロットチャネル方式、およびパイロットシンボルをデータシンボルに並列に挿入する並列型パイロットチャネル方式がある。

時間多重型パイロットチャネル方式によるチャネル推定法としては、以下の文献1、文献2および文献3の方法がある。

文献1："Rayleigh Fading Compensation for QAM in Land Mobile Radio Communication: Seiichi Sampei and Terumi Sunaga, IEEE Trans. Vehicular Technol. VT-42, No.2, May 1993"では、データシンボル間に一定周期で挿入された位相既知のパイロットシンボルを用いてフェージング歪みを推定し、補償する方法が提案されている。文献1の方法においては、数データシンボルごとにパイロットシンボルを1つ挿入し、このパイロットシンボルの受信位相を基にチャネル推定を行う。すなわち、該当するデータシンボル区間の前後のパイロットシンボルでの各通信者の各パスの受信信号の振幅、位相測定を行い、この測定値を内挿することにより、データシンボル区間のチャネル変動を推定し、補償する。

文献2："Channel Estimation Filter Using Time-Multiplexed Pilot Channel for Coherent RAKE Combining in DS-CDMA Mobile Radio: Hidehiro Ando et.al, IEICE Trans. Commun. Vol.81-B, No.7, July 1998"では、より多くのパイロットシンボルを用いてチャネル推定を行うことにより、より高精度なチャネル推定を行う方法が提案されている。

図23は、文献2によるチャネル推定の方法を示す図である。この方法においては、瞬時のレイリー変動に追従するために、スロット単位で送信

電力制御を行っている。従って、図23に示すように、データシンボルおよびパイロットシンボルによる合成シンボル系列の振幅（電力）はスロット単位で変化し、また送信の際の増幅器の動作により位相も僅かに変化する。このような送信電力制御により、例えば、D S - C D M A (Direct Sequence CDMA: 直接拡散CDMA) の上りチャネルにおいて、他ユーザからの相互相關に起因する干渉信号に対してS N I Rを確保することができる。

データシンボルのチャネル推定は、データシンボル間に一定周期で挿入されたパイロットシンボルを用いて行う。具体的には、チャネル推定を行うデータシンボルの属するスロットの前後複数のスロットにおいて、パイロットシンボル（複素フェージング包絡線推定値：estimated complex fading envelope）の平均をとり（同相加算して）、その平均値 $\bar{\xi}$ を重み付け係数 $\alpha_0$ 、 $\alpha_1$ 等で重み付け加算（重み付け平均化）してチャネル推定値 $\tilde{\xi}$ を取得することにより行う。このようにして高精度なチャネル推定を行う。

異なるスロットに属する多くのパイロットシンボルを用いてチャネル推定を行うことにより高精度なチャネル推定を行うことができる。実際の移動伝搬環境においては、熱雑音（送信電力をできるだけ低減させるために、特にセル端では雑音リミテッドな環境になる）、および他ユーザからの相互相關に起因する干渉信号が、自チャネルの希望波信号に加わり、さらに、フェージングによって受信信号の位相や振幅が時々刻々と変化するためにチャネル推定精度は劣化するからである。スロットが異なるパイロットシンボル間では電力が異なるが、この差に起因するチャネル推定誤差よりも、より多くのスロットのパイロットシンボルを用いることによる熱雑音、干

涉信号の影響の低減効果の方が大きい。

文献2の方法では、各スロット内のチャネル変動は小さいものとして、1スロット内のすべてのデータシンボルに対して、同じ重み付け係数 $\alpha$ を用いて同じチャネル推定値 $\tilde{\alpha}$ を取得している。そのため、高速フェージング時に特性の劣化が生ずるという問題がある。

文献3："Performance Comparison between Time-Multiplexed Pilot Channel and Parallel Pilot Channel for Coherent Rake Combining in DS-CDMA Mobile Radio: Sadayuki Abeta et.al, IEICE Trans. Commun. Vol.81-B, No.7, July 1998"では、データシンボルのチャネル推定を行う際に、1スロット内のデータシンボルの各々に対して適切な重み付け係数（スロット内のm番目のデータシンボルについて $\alpha_{m,0}$ 、 $\alpha_{m,1}$ 等）を用いて、そのデータシンボルの属するスロットの前後複数のスロットにおけるパイロットシンボルを適切に重み付け加算し、チャネル推定値を取得することにより、より高精度なチャネル推定を行う方法が提案されている。本発明の第1～4実施形態ではこの方法を用いている（図3参照）。

例えば、図2～3において、n番目のスロットのm-A番目（A：自然数）のデータシンボルについては、n番目のスロットのパイロットシンボルの重み付けを最も大きくする。なぜなら、n番目のスロットのパイロットシンボルがm-A番目のデータシンボルに（時間的に）最も近く、当該データシンボルを送信した際のチャネルの状態を最も反映しているからである。また、n番目のスロットのm+B番目（B：自然数）のデータシンボルについては、n+1番目のスロットのパイロットシンボルの重み付けを最も大きくする。なぜなら、n+1番目のスロットのパイロットシンボルがm+B番目のデータシンボルに（時間的に）最も近く、当該データシンボル

を送信した際のチャネルの状態を最も反映しているからである。

並列型パイロットチャネル方式によるチャネル推定法としては、以下の文献 4 および上述の文献 3 の方法がある。

文献 4 : "DS/CDMA Coherent Detection System with a Suppressed Pilot Channel: Sadayuki Abeta et.al, IEEE GLOBECOM' 94, pp.1622-1626, 1994"

では、データを送信するデータチャネルに対し、これに直交した位相既知のパイロットチャネルを並列に挿入してフェージング歪みを推定し、補償する方法が提案されている。

データシンボルのチャネル推定は、そのデータシンボルの属する区間内のパイロットシンボルの平均をとり、チャネル推定値を取得することにより行う。このようにして S N I R の高いチャネル推定を行なう。この推定値を用いて、該当するデータシンボル区間のパイロットシンボルでの各通信者の各パスの受信信号の検出を行い、各パスの信号毎に、振幅、位相測定を行い、該当するデータシンボル区間のチャネル変動を推定し、補償する。

文献 4 の方法では、データシンボルのチャネル推定を行う際に、単にそのデータシンボルが含まれるスロットのパイロットシンボルの平均をとつてチャネル推定値としている。

上述の文献 3 では、データシンボルのチャネル推定を行う際に、パイロットシンボルを適切に重み付け加算してより高精度なチャネル推定値を取得し、より高精度なチャネル推定を行う方法が提案されている。本発明の第 5 ~ 8 実施形態ではこの方法を用いている（図 14 参照）。

図 14 は、文献 3 によるチャネル推定の方法を示す。図 14 において、チャネル推定は、データシンボル系列に対し並列なパイロットシンボル系列を用いて行う。具体的には、パイロットシンボルから複数のパイロット

ブロックを生成し、パイロットブロックに含まれるパイロットシンボルの平均をとり、その平均値  $\bar{\xi}$  を重み付け係数  $\alpha_1, \alpha_{-1}$  等で重み付け加算してチャネル推定値  $\tilde{\xi}$  を取得することにより行う。このようにして高精度なチャネル推定を行う。異なるスロットに属する多くのパイロットシンボルを用いてチャネル推定を行うことにより高精度なチャネル推定を行うことができる。

電力損を押さえるため、パイロットシンボル系列の電力は、データシンボル系列の電力よりも小さくしている。また、瞬時のレイリー変動に追従するために、スロット単位で送信電力制御を行っている。これにより、例えば、D S - C D M A の上りチャネルにおいて、他ユーザからの相互相關に起因する干渉信号に対して S N I R を確保することができる。

しかし、上記文献 3 および 4 の方法では、フェージング変動の速さに拘わらず常に重み付け値が一定であるので、低速のフェージング変動に最適な重み付け値を設定した場合には、高速フェージング時に高精度なチャネル推定を行うことができず、他方、高速のフェージング変動に最適な重み付け値を設定した場合には、低速フェージング時に高精度なチャネル推定を行うことができないという問題があった。

### 発明の開示

本発明は上記問題を解決するためになされたものであり、パイロットシンボルに対する重み付け値を、チャネル変動の速度に応じて適応的に最適化することにより、フェージング変動に対する耐性を向上させ、高精度なチャネル推定を行うことを目的とする。

高精度なチャネル推定およびそれに基づくデータシンボルのチャネル変

動の補償を行うことができれば、例えば、レイリーフェージング環境下においても、絶対同期検波を用いてデータシンボルごとに絶対位相を判定することができ、所要の受信品質（受信誤り率）を得るために必要なS N I Rを低減させることができる。したがって、送信電力を低減させることができ、システムの加入者容量を増大させることができる。

上記目的を達成するために、請求項1に記載の発明は、複数のスロットを有し、データシンボルとパイロットシンボルとを含んだ合成シンボル系列を含む信号を受信し、復調するCDMA受信装置であって、前記合成シンボル系列における前記パイロットシンボルの位置を検出する手段と、前記検出結果に基づき、複数のスロットにおいて、前記合成シンボル系列から前記パイロットシンボルを取り出し、パイロットブロックを生成する手段と、前記パイロットブロックに含まれる前記パイロットシンボルの平均値の各々を重み付け加算して、チャネル推定値を取得する手段と、前記検出結果に基づき、前記合成シンボル系列からデータシンボル系列を取得する手段と、前記チャネル推定値を用いて前記データシンボル系列のチャネル変動を補償する手段と、前記チャネル変動の速度に応じて前記重み付けを制御する手段とを備えたことを特徴とする。

請求項2に記載の発明は、請求項1に記載のCDMA受信装置において、前記重み付けを制御する手段は、前記チャネル推定値を用いて、前記合成シンボル系列から取り出したパイロットシンボル系列のチャネル変動を補償する手段と、前記補償されたパイロットシンボル系列、および理想的なパイロットシンボル系列に基づき誤差信号を生成する手段と、前記誤差信号、および前記パイロットブロックに含まれる前記パイロットシンボルの平均値を用いて前記重み付けの制御を行う手段とを有することを特徴とする。

請求項 3 に記載の発明は、請求項 1 に記載の C DMA 受信装置において、前記重み付けを制御する手段は、前記補償されたデータシンボル系列、および前記補償されたデータシンボル系列を復調し、データ判定した結果に基づき誤差信号を生成する手段と、前記誤差信号、および前記パイロットブロックに含まれる前記パイロットシンボルの平均値を用いて前記重み付けの制御を行う手段とを有することを特徴とする。

請求項 4 に記載の発明は、請求項 1 に記載の C DMA 受信装置において、前記重み付けを制御する手段は、前記データシンボルの前記チャネル推定値と、前記パイロットブロックに含まれる前記パイロットシンボルの平均値との内積値を更新値として前記重み付けの制御を行うことを特徴とする。

請求項 5 に記載の発明は、請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の C DMA 受信装置において、前記 C DMA 受信装置は、データシンボル系列にパイロットシンボルを数シンボル単位で一定周期で挿入したスロットからなるフレーム構成を有する合成シンボル系列を含む信号を受信することを特徴とする。

請求項 6 に記載の発明は、請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の C DMA 受信装置において、前記パイロットブロックは、スロット内のすべてのパイロットシンボルから形成されることを特徴とする。

請求項 7 に記載の発明は、請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載の C DMA 受信装置において、前記合成シンボル系列中の  $n$  番目 ( $n$  は整数) のスロットのデータシンボルの前記チャネル推定値を取得する場合、前記パイロットブロックは、前記合成シンボル系列中の  $(n - K + 1)$  番目 ( $K$  は自然数) のスロットから  $(n + K)$  番目のスロットまでにおいて生成されることを特徴とする。

請求項 8 に記載の発明は、データシンボル系列、および前記データシン

ボル系列に対し並列なパイロットシンボル系列を含む信号を受信し、復調するC D M A 受信装置であって、前記パイロットシンボル系列から複数のパイロットブロックを生成する手段と、前記パイロットブロックに含まれるパイロットシンボルの平均値の各々を重み付け加算して、チャネル推定値を取得する手段と、前記チャネル推定値を用いて前記データシンボル系列のチャネル変動を補償する手段と、前記チャネル変動の速度に応じて前記重み付けを制御する手段とを備えたことを特徴とする。

請求項 9 に記載の発明は、請求項 8 に記載のC D M A 受信装置において、前記重み付けを制御する手段は、前記チャネル推定値を用いて前記パイロットシンボル系列のチャネル変動を補償する手段と、前記補償されたパイロットシンボル系列、および理想的なパイロットシンボル系列に基づき誤差信号を生成する手段と、前記誤差信号、および前記パイロットブロックに含まれる前記パイロットシンボルの平均値を用いて前記重み付けの制御を行う手段とを有することを特徴とする。

請求項 10 に記載の発明は、請求項 8 に記載のC D M A 受信装置において、前記重み付けを制御する手段は、前記補償されたデータシンボル系列、および前記補償されたデータシンボル系列を復調し、データ判定した結果に基づき誤差信号を生成する手段と、前記誤差信号、および前記パイロットブロックに含まれる前記パイロットシンボルの平均値を用いて前記重み付けの制御を行う手段とを有することを特徴とする。

請求項 11 に記載の発明は、請求項 8 に記載のC D M A 受信装置において、前記重み付けを制御する手段は、前記データシンボルの前記チャネル推定値と、前記パイロットブロックに含まれる前記パイロットシンボルの平均値との内積値を更新値として前記重み付けの制御を行うことを特徴とする。

請求項 1 2 に記載の発明は、請求項 8 ないし 1 1 のいずれかに記載の CDMA 受信装置において、前記 CDMA 受信装置は、第 1 拡散符号を用いて拡散されたデータシンボル系列と、前記データシンボル系列に対し並列であり、第 2 拡散符号を用いて拡散されたパイロットシンボル系列とを含む信号を受信し、前記第 1 拡散符号と前記第 2 拡散符号とは互いに直交することを特徴とする。

請求項 1 3 に記載の発明は、請求項 8 ないし 1 2 のいずれかに記載の CDMA 受信装置において、前記 CDMA 受信装置は、第 1 搬送波に乗せられた拡散されたデータシンボル系列と、前記データシンボル系列に対し並列であり、第 2 搬送波に乗せられた拡散されたパイロットシンボル系列とを含む信号を受信し、前記第 1 搬送波と前記第 2 搬送波とは互いに直交することを特徴とする。

請求項 1 4 に記載の発明は、請求項 8 ないし 1 3 のいずれかに記載の CDMA 受信装置において、前記データシンボル系列中の  $n$  番目 ( $n$  は整数) のデータシンボルの前記チャネル推定値を取得する場合、前記複数のパイロットブロックは、前記パイロットシンボル系列中の  $(n - K + 1)$  番目 ( $K$  は自然数) のパイロットシンボルから  $(n + K)$  番目のパイロットシンボルまでにより形成されることを特徴とする。

請求項 1 5 に記載の発明は、請求項 8 ないし 1 4 のいずれかに記載の CDMA 受信装置において、前記複数のパイロットブロックは長さが同じであることを特徴とする。

請求項 1 6 に記載の発明は、複数のスロットを有し、データシンボルとパイロットシンボルとを含んだ合成シンボル系列を含む信号を送信する送信処理部と前記信号を受信し、復調する受信処理部とを備えた CDMA 送受信装置であって、前記受信処理部は、前記合成シンボル系列における前

記パイロットシンボルの位置を検出する手段と、前記検出結果に基づき、複数のスロットにおいて、前記合成シンボル系列から前記パイロットシンボルを取り出し、パイロットブロックを生成する手段と、前記パイロットブロックに含まれる前記パイロットシンボルの平均値の各々を重み付け加算して、チャネル推定値を取得する手段と、前記検出結果に基づき、前記合成シンボル系列からデータシンボル系列を取得する手段と、前記チャネル推定値を用いて前記データシンボル系列のチャネル変動を補償する手段と、前記チャネル変動の速度に応じて前記重み付けを制御する手段とを有することを特徴とする。

請求項 17 に記載の発明は、データシンボル系列、および前記データシンボル系列に対し並列なパイロットシンボル系列を含む信号を送信する送信処理部と、前記信号を受信し、復調する受信処理部とを備えた CDMA 送受信装置であって、前記受信処理部は、前記パイロットシンボル系列から複数のパイロットブロックを生成する手段と、前記パイロットブロックに含まれるパイロットシンボルの平均値の各々を重み付け加算して、チャネル推定値を取得する手段と、前記チャネル推定値を用いて前記データシンボル系列のチャネル変動を補償する手段と、前記チャネル変動の速度に応じて前記重み付けを制御する手段とを有することを特徴とする。

請求項 18 に記載の発明は、複数のスロットを有し、データシンボルとパイロットシンボルとを含んだ合成シンボル系列を含む信号を受信し、復調する CDMA 受信方法であって、前記合成シンボル系列における前記パイロットシンボルの位置を検出するステップと、前記検出結果に基づき、複数のスロットにおいて、前記合成シンボル系列から前記パイロットシンボルを取り出し、パイロットブロックを生成するステップと、前記パイロットブロックに含まれる前記パイロットシンボルの平均値の各々を重み付け

加算して、チャネル推定値を取得するステップと、前記検出結果に基づき、前記合成シンボル系列からデータシンボル系列を取得するステップと、前記チャネル推定値を用いて前記データシンボル系列のチャネル変動を補償するステップとを備え、前記重み付けは前記チャネル変動の速度に応じて制御されることを特徴とする。

請求項 1 9 に記載の発明は、データシンボル系列、および前記データシンボル系列に対し並列なパイロットシンボル系列を含む信号を受信し、復調する C D M A 受信方法であって、前記パイロットシンボル系列から複数のパイロットブロックを生成するステップと、前記パイロットブロックに含まれるパイロットシンボルの平均値の各々を重み付け加算して、チャネル推定値を取得するステップと、前記チャネル推定値を用いて前記データシンボル系列のチャネル変動を補償するステップとを備え、前記重み付けは前記チャネル変動の速度に応じて制御されることを特徴とする。

#### 図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の第 1 実施形態に係る C D M A 受信装置の構成例を示す図である。

図 2 は、図 2 A および図 2 B の関係を示す図である。

図 2 A は、本発明の第 1 実施形態に係る C D M A 受信装置による受信処理例を示すフローチャートである。

図 2 B は、本発明の第 1 実施形態に係る C D M A 受信装置による受信処理例を示すフローチャートである。

図 3 は、本発明の第 1 実施形態に係る C D M A 受信装置によるチャネル推定の動作原理を、チャネル推定例を用いて示す図である。

図 4 は、本発明の第 1 実施形態に係る C D M A 受信装置による重み付け

制御処理例を示すフローチャートである。

図5は、本発明の第2実施形態に係るCDMA送受信装置の構成例を示す図である。

図6は、本発明の第2実施形態に係るCDMA送受信装置の送信処理部の構成例を示す図である。

図7は、本発明の第2実施形態に係るCDMA送受信装置の送信処理部による送信処理例を示すフローチャートである。

図8は、本発明の第3実施形態に係るCDMA受信装置の構成例を示す図である。

図9は、本発明の第3実施形態に係るCDMA受信装置による重み付け制御処理例を示すフローチャートである。

図10は、本発明の第4実施形態に係るCDMA受信装置の構成例を示す図である。

図11は、本発明の第4実施形態に係るCDMA受信装置による重み付け制御処理例を示すフローチャートである。

図12は、本発明の第5実施形態に係るCDMA受信装置の構成例を示す図である。

図13は、図13Aおよび図13Bの関係を示す図である。

図13Aは、本発明の第5実施形態に係るCDMA受信装置による受信処理例を示すフローチャートである。

図13Bは、本発明の第5実施形態に係るCDMA受信装置による受信処理例を示すフローチャートである。

図14は、本発明の第5実施形態に係るCDMA受信装置によるチャネル推定の動作原理を、チャネル推定例を用いて示す図である。

図15は、本発明の第6実施形態に係るCDMA送受信装置の構成例を

示す図である。

図16は、本発明の第6実施形態に係るCDMA送受信装置の送信処理部の構成例を示す図である。

図17は、本発明の第6実施形態に係るCDMA送受信装置の送信処理部による送信処理例を示すフローチャートである。

図18は、本発明の第7実施形態に係るCDMA受信装置の構成例を示す図である。

図19は、本発明の第8実施形態に係るCDMA受信装置の構成例を示す図である。

図20は、2波レイリーモデル下における最大ドップラー周波数( $f_d$ )とスロット時間( $T_{slot}$ )との積に対する所要誤り率( $BER = 10^{-3}$ )特性を示す図である。

図21は、 $f_d T_{slot} = 0.003125$ および $f_d T_{slot} = 0.28$ 時のVehicular-B環境下におけるBER特性を示す図である。

図22はVehicular-B環境下における $f_d T_{slot}$ に対する所要誤り率( $BER = 10^{-3}$ )特性を示す図である。

図23は、関連技術によるチャネル推定の動作原理を示す図である。

### 発明を実施するための最良の形態

以下、図面を参照して、本発明を実施するための最良の形態を詳細に説明する。

本発明の第1～4実施形態は、時間多重型パイロットチャネル方式によるCDMA受信装置およびCDMA送受信装置に関し、本発明の第5～8実施形態は、並列型パイロットチャネル方式によるCDMA受信装置およびCDMA送受信装置に関する。

## (第1実施形態)

図1は、本発明の第1実施形態に係るCDMA受信装置の構成例を示す図である。本実施形態に係るCDMA受信装置100は、複数のスロットを有し、データシンボルとパイロットシンボルとを含んだ合成シンボル系列を含む信号を受信し、復調する。

CDMA受信装置100は、受信部110、マッチトフィルタ125、スロット同期検出部101、パイロットシンボル系列取得部112、パイロットブロック生成部111、チャネル推定値取得部121、データシンボル系列取得部129、データシンボル系列補償部130、レイク合成部132、誤差信号生成部142、および重み付け制御部(MMSE)144を備える。図1に示すように、本実施形態においては、マッチトフィルタ125、スロット同期検出部101等はDSP(Digital Signal Processor)(およびプログラムを格納したメモリ)120によりソフトウェアとして実現されているが、ハードウェアとして実現してもよい。ハードウェアとして実現する場合には、必要に応じて遅延回路等も用いる。

図2Aおよび図2Bは、本実施形態に係るCDMA受信装置による受信処理例を示すフローチャートである。まず、ステップS201において、受信部110により受信信号、すなわち拡散された合成シンボル系列を受信する。ステップS202において、マッチトフィルタ125により、受信信号を逆拡散して合成シンボル系列を生成する。そして、ステップS203～S208において、スロット同期検出部101、パイロットシンボル系列取得部112、パイロットブロック生成部111およびチャネル推定値取得部121により、チャネル推定処理を行い、データシンボルおよびパイロットシンボルのチャネル推定値を取得する。

図3は、本実施形態に係るチャネル推定装置によるチャネル推定の動作

原理を、 $n$ 番目（ここで、 $n$ は整数）のスロットの $m$ 番目（ここで、 $m$ は整数）のデータシンボルのチャネル推定値を取得する例を用いて示す図である。図3の例における合成シンボル系列はスロット単位で送信電力制御されている。また、合成シンボル系列の各スロットは、複数かつ一定長のパイロットシンボルに複数かつ一定長のデータシンボルが続く形で構成されている。すなわち、合成シンボル系列は、データシンボル系列にパイロットシンボルを数シンボル単位で一定周期で挿入したスロットからなるフレーム構成を有する。

ただし、合成シンボル系列の各スロットにおけるデータシンボルおよびパイロットシンボルは单数としてもよいし、可変長としてもよい。また、データシンボルのみのスロット、またはパイロットシンボルのみのスロットがあってもよい。さらに、各スロットにおけるデータシンボルおよびパイロットシンボルの配置は自由である。

図2Aに戻り、ステップS203において、スロット同期検出部101により合成シンボル系列におけるパイロットシンボルの位置を検出する。

ステップS204において、パイロットシンボル系列取得部112およびパイロットブロック生成部111により、複数のスロットにおいて、合成シンボル系列からパイロットシンボルを取り出し、パイロットブロックを生成する。すなわち、複数のスロットにおいて、ステップS203の検出結果に基づきパイロットシンボル系列取得部112によりパイロットシンボル（系列）を取得し、パイロットブロック生成部111により取得したパイロットシンボルからパイロットブロックを生成する。

図3の例では、 $(n - K + 1)$ 番目（ここで、 $K$ は自然数であり、図3の例では $K = 3$ としている）のスロットから $(n + K)$ 番目のスロットまでにおいて、合成シンボル系列からパイロットシンボルを取り出し、パイ

ロットブロックを生成している。パイロットブロックとはパイロットシンボルの集合である。

本実施形態においては、スロット内のすべてのパイロットシンボルによりパイロットブロックを形成しているが、スロット内的一部のパイロットシンボルによりパイロットブロックを形成してもよい。また、1パイロットシンボルにより1パイロットブロックを生成することもできる。さらに、パイロットブロックに含まれるパイロットシンボルの数は、スロットごとに異なるものとしてもよい。

パイロットブロックは、n番目のスロットのデータシンボルのチャネル推定値を求める場合に、図3の例のようにn番目のスロットを中心に時間的に前後にはほぼ同数個のスロットにおいて生成しなくてもよい。したがって、チャネル推定の遅延を考慮して、n番目のスロットより小さい（時間的に前の）スロットのみにおいて、パイロットブロックを生成することもできる。

ステップS205～S208において、チャネル推定値取得部121により、データシンボルおよびパイロットシンボルのチャネル推定値を取得する。まず、ステップS205でパイロットブロックに含まれるパイロットシンボル $\hat{\xi}$ （複素フェージング包絡線推定値）の平均をとり、パイロットブロック平均値 $\bar{\hat{\xi}}$ を取得する。これをすべてのパイロットブロックについて行う（ステップS206）。1パイロットブロックに1パイロットシンボルしか含まれない場合には、そのパイロットシンボル $\hat{\xi}$ がそのままパイロットブロック平均値 $\bar{\hat{\xi}}$ となる。図3の例では、n+i番目のスロットのパイロットブロック（i=-K+1～K, K=3）の各々についてパイ

ロットブロック平均値  $\bar{\xi}$  (n + i) を取得している。

ステップ S 207でパイロットブロック平均値  $\bar{\xi}$  の各々を重み付け係数  $\alpha$  で重み付け加算して、データシンボルおよびパイロットシンボルのチャネル推定値  $\tilde{\xi}_m$  を取得する。図 3 の例では、n 番目のスロットの m 番目のデータシンボルについて、n + i 番目のパイロットブロックの重み係数を  $\alpha_{m,i}$  として、チャネル推定値  $\tilde{\xi}_m(n)$  を取得している。

また、本実施形態においては、重み付け制御のために、パイロットシンボルについてもチャネル推定値を取得する。チャネル推定値の取得はデータシンボルの場合と同様に、n 番目のスロットの m 番目のパイロットシンボルについて、n + i 番目のパイロットブロックの重み係数を  $\alpha_{m,i}$  として、チャネル推定値  $\tilde{\xi}_m(n)$  を取得する。

チャネル推定値  $\tilde{\xi}_m(n)$  は式 (1) で与えられる。

$$\tilde{\xi}_m(n) = \sum_{i=-K+1}^K \alpha_{m,i} \cdot \bar{\xi}(n+i) \quad (1)$$

上記ステップ S 207を、チャネル推定値を取得しようとするすべてのデータシンボルおよびパイロットシンボルについて行う (ステップ S 208)。

なお、1 スロット内のすべてのデータシンボルおよびパイロットシンボルに対して、同じ重み付け係数を用いて同じチャネル推定値を取得するよ

うにすることもできる。

チャネル推定値を取得した後、ステップ S 2 0 9において、データシンボル系列取得部 1 2 9により、スロット同期検出部 1 0 1の検出結果に基づき、合成シンボル系列からデータシンボル系列を取得する。

ステップ S 2 1 0において、データシンボル系列補償部 1 3 0により、ステップ S 2 0 3～S 2 0 8で得られた（データシンボルの）チャネル推定値  $\tilde{\xi}_m$  を用いてデータシンボル系列のチャネル変動（フェージング位相変動）を補償する。より具体的には、データシンボル系列にチャネル推定値  $\tilde{\xi}_m$  の複素共役を乗じることによりデータシンボルのチャネル変動を補償する。

ステップ S 2 1 1において、レイク合成部 1 3 2により、各レイクフィンガからの補償されたデータシンボル系列を同相合成する。

図 4 は、本実施形態に係る C D M A 受信装置による重み付け制御処理例を示すフローチャートである。ステップ S 4 0 1において、パイロットシンボル系列補償部 1 4 6により、ステップ S 2 0 3～S 2 0 8で得られた（パイロットシンボルの）チャネル推定値  $\tilde{\xi}_m$  を用いてパイロットシンボル系列のチャネル変動を補償する。

ステップ S 4 0 2において、誤差信号生成部 1 4 2により、補償されたパイロットシンボル系列、および理想的な（チャネル変動による影響を受けていない）パイロットシンボル系列に基づき誤差信号（識別誤差情報）を生成する。理想的なパイロットシンボル系列は既知であり、受信装置 1 0 0にあらかじめ用意してある。

ステップ S 4 0 3において、重み付け制御部（M M S E）1 4 4により、誤差信号、およびパイロットブロック平均値（各パイロットブロックより得られたチャネル推定値） $\hat{\xi}$ を帰還情報として用いて重み付け（重み係数 $\alpha_{m,i}$ ）の制御を行う。

このように、パイロットシンボルに対する重み付け値を、チャネル変動の速度に応じて適応的に最適化することにより、フェージング変動に対する耐性を向上させ、高精度なチャネル推定を行うことができる。

#### （第 2 実施形態）

図 5 は、本発明の第 2 実施形態に係る C D M A 送受信装置の構成例を示す図である。本実施形態に係る C D M A 送受信装置 5 0 0 は、複数のスロットを有し、データシンボルとパイロットシンボルとを含んだ合成シンボル系列を含む信号を送信し、およびかかる信号を受信し、復調する。

C D M A 送受信装置 5 0 0 は、送信処理部 5 1 0 と受信処理部 5 2 0 を備える。受信処理部 5 2 0 の構成ならびに受信処理および重み付け制御処理は、本発明の第 1 実施形態に係る C D M A 受信装置 1 0 0 の構成（図 1）ならびに受信処理（図 2 A および図 2 B）および重み付け制御処理（図 4）と同様である。

図 6 は、本実施形態に係る C D M A 送受信装置の送信処理部の構成例を示す図である。図 6 に示すように、送信処理部 5 1 0 は、送信部 6 1 0 、通信路符号化部 6 2 2 、合成部 6 3 0 、および拡散部 6 2 7 を備える。本実施形態においては、通信路符号化部 6 2 2 、合成部 6 3 0 等は D S P （およびプログラムを格納したメモリ）6 2 0 によりソフトウェアとして実現されているが、ハードウェアとして実現してもよい。

図 7 は、本実施形態に係る C D M A 送受信装置の送信処理部による送信

処理例を示すフロー チャートである。まず、ステップ S 701において、通信路符号化部 622 により、データ系列を変調（符号化）して、データシンボル系列を生成する。ステップ S 702において、合成部 630 により、データシンボル系列の各スロットにパイロットシンボルを挿入して合成シンボル系列を生成する。ステップ S 703において、拡散部 627 により、合成シンボル系列を拡散して送信信号（拡散された合成シンボル系列）を生成する。ステップ S 704において、送信部 610 により、送信信号を送信する。

### （第 3 実施形態）

図 8 は、本発明の第 3 実施形態に係る CDMA 受信装置の構成例を示す図である。本実施形態に係る CDMA 受信装置 800 は、複数のスロットを有し、データシンボルとパイロットシンボルとを含んだ合成シンボル系列を含む信号を受信し、復調する。

CDMA 受信装置 800 は、受信部 810、マッチトフィルタ 825、スロット同期検出部 801、パイロットシンボル系列取得部 812、パイロットブロック生成部 811、チャネル推定値取得部 821、データシンボル系列取得部 829、データシンボル系列補償部 830、レイク合成部 832、データ判定部 846、誤差信号生成部 842、および重み付け制御部（MMSE）844 を備える。図 8 に示すように、本実施形態においては、マッチトフィルタ 825、スロット同期検出部 801 等は DSP（およびプログラムを格納したメモリ）820 によりソフトウェアとして実現されているが、ハードウェアとして実現してもよい。受信部 810、マッチトフィルタ 825 等の構成および機能は、本発明の第 1 実施形態に係る CDMA 受信装置 100 の対応する要素と同様である。また、本実施形態に係る CDMA 受信装置 800 では、本発明の第 1 実施形態に係る C

DMA受信装置100の受信処理（図2Aおよび図2B）と同様の処理が行われる。ただし、本実施形態においては、パイロットシンボルのチャネル推定値を求める必要はない。

図9は、本実施形態に係るCDMA受信装置による重み付け制御処理例を示すフローチャートである。ステップS901において、誤差信号生成部842により、補償されたデータシンボル系列、および補償されたデータシンボル系列を復調し、データ判定した結果に基づき誤差信号（識別誤差情報）を生成する。データ判定は、データ判定部846がレイク合成部832の出力を判定（0／1）することにより行う。

ステップS902において、重み付け制御部（MMSE）844により、誤差信号、およびパイロットブロック平均値（各パイロットブロックより得られたチャネル推定値） $\hat{\xi}$ を帰還情報として用いて重み付け（重み係数 $\alpha_{m,i}$ ）の制御を行う。

このように、パイロットシンボルに対する重み付け値を、チャネル変動の速度に応じて適応的に最適化することにより、フェージング変動に対する耐性を向上させ、高精度なチャネル推定を行うことができる。

また、本実施形態においては、パイロットシンボル周期（スロット周期）ではなく、シンボル周期で重み係数の更新を行うことができるので、重み係数の収束能力を向上させることができる。

なお、本発明の第3実施形態に係るCDMA受信装置800を受信処理部として、および本発明の第2実施形態に係るCDMA送受信装置500の送信処理部510を送信処理部としてCDMA送受信装置を構成することができる。

（第4実施形態）

図10は、本発明の第4実施形態に係るCDMA受信装置の構成例を示す図である。本実施形態に係るCDMA受信装置1000は、複数のスロットを有し、データシンボルとパイロットシンボルとを含んだ合成シンボル系列を含む信号を受信し、復調する。

CDMA受信装置1000は、受信部1010、マッチトフィルタ1025、スロット同期検出部1001、パイロットシンボル系列取得部1012、パイロットブロック生成部1011、チャネル推定値取得部1021、データシンボル系列取得部1029、データシンボル系列補償部1030、レイク合成部1032、および重み付け制御部（内積演算）1044を備える。図10に示すように、本実施形態においては、マッチトフィルタ1025、スロット同期検出部1001等はDSP（およびプログラムを格納したメモリ）1020によりソフトウェアとして実現されているが、ハードウェアとして実現してもよい。受信部1010、マッチトフィルタ1025等の構成および機能は、本発明の第1実施形態に係るCDMA受信装置100の対応する要素と同様である。また、本実施形態に係るCDMA受信装置1000では、本発明の第1実施形態に係るCDMA受信装置100の受信処理（図2Aおよび図2B）と同様の処理が行われる。ただし、本実施形態においては、パイロットシンボルのチャネル推定値を求める必要はない。

図11は、本実施形態に係るCDMA受信装置による重み付け制御処理例を示すフローチャートである。ステップS1101において、重み付け制御部（内積演算）1044により、データシンボルのチャネル推定値 $\tilde{c}$ と、およびパイロットブロック平均値（各パイロットブロックより得られ

たチャネル推定値)  $\bar{\xi}$ との内積値(相関値)を更新値(帰還情報)として、式(2)に示すように、重み付け(重み係数  $\alpha_{m,i}$ )の制御(更新)を行う。

$$\mathbf{A}_m(n) = \mathbf{A}_m(n-1) + \mu \tilde{\xi}_m(n) \bar{\mathbf{X}}(n)$$

$$\mathbf{A}_m(n) = \begin{pmatrix} \alpha_{m,-K+1}(n) \\ \alpha_{m,-K+2}(n) \\ \vdots \\ \alpha_{m,K-1}(n) \\ \alpha_{m,K}(n) \end{pmatrix}, \bar{\mathbf{X}}(n) = \begin{pmatrix} \bar{\xi}(n-K+1) \\ \bar{\xi}(n-K+2) \\ \vdots \\ \bar{\xi}(n+K-1) \\ \bar{\xi}(n+K) \end{pmatrix} \quad (2)$$

$$\tilde{\xi}_m(n) = \mathbf{A}_m^t(n-1) \cdot \bar{\mathbf{X}}(n)$$

ここで、 $\mathbf{A}_m(n)$ はn番目のスロット時におけるm番目のデータシンボルの重み付け係数であり、 $\mu$ は更新のステップサイズであり、 $\bar{\xi}(n+i)$ はn+i番目のスロットのパイロットブロック平均値であり、 $\tilde{\xi}_m(n)$ はn番目のスロットのm番目のデータシンボルのチャネル推定値である。また、 $\mathbf{A}_m^t(n)$ は $\mathbf{A}_m(n)$ の転置行列を示す。

このように、パイロットシンボルに対する重み付け値を、チャネル変動の速度に応じて適応的に最適化することにより、フェージング変動に対する耐性を向上させ、高精度なチャネル推定を行うことができる。

また、本実施形態においては、データを復調する必要性や誤差信号を生成する必要性がなく、簡単な構成でチャネル変動に応じた重み付けの制御を行うことができる。

なお、本発明の第4実施形態に係るCDMA受信装置1000を受信処理部として、および本発明の第2実施形態に係るCDMA送受信装置500の送信処理部510を送信処理部としてCDMA送受信装置を構成することができる。

#### (第5実施形態)

図12は、本発明の第5実施形態に係るCDMA受信装置の構成例を示す図である。本実施形態に係るCDMA受信装置1200は、データシンボル系列、および前記データシンボル系列に対し並列なパイロットシンボル系列を含む信号を受信し、復調する。

CDMA受信装置1200は、受信部1210、データシンボル系列用マッチトフィルタ1224、パイロットシンボル系列用マッチトフィルタ1226、パイロットブロック生成部1211、チャネル推定値取得部1221、データシンボル系列補償部1230、レイク合成部1232、誤差信号生成部1242、および重み付け制御部(MMSE)1244を備える。図12に示すように、本実施形態においては、データシンボル系列用マッチトフィルタ1224、パイロットシンボル系列用マッチトフィルタ1226等はDSP(およびプログラムを格納したメモリ)1220によりソフトウェアとして実現されているが、ハードウェアとして実現してもよい。

図13Aおよび図13Bは、本実施形態に係るCDMA受信装置による受信処理例を示すフローチャートである。まず、ステップS1301において、受信部1210により受信信号、すなわち拡散されたデータシンボル系列、および拡散されたパイロットシンボル系列を受信する。

本実施形態においては、互いに直交する第1拡散符号および第2拡散符号によりそれぞれ拡散されたデータシンボル系列およびパイロットシンボル系列を受信するものとしている。ただし、互いに直交しない第1拡散符号および第2拡散符号によりそれぞれ拡散されたデータシンボル系列およびパイロットシンボル系列を受信するものとすることもできる。

また、本実施形態においては、互いに直交する第1搬送波および第2搬送波にそれぞれ乗せられた、拡散されたデータシンボル系列および拡散されたパイロットシンボル系列を受信するものとしている。ただし、互いに直交しない第1搬送波および第2搬送波にそれぞれ乗せられた、拡散されたデータシンボル系列および拡散されたパイロットシンボル系列を受信するものとすることもできる。互いに直交する搬送波の例としては、正弦波と余弦波が挙げられる。

ステップS1302において、データシンボル系列用マッチトフィルタ1224により、第1拡散符号を用いて受信信号を逆拡散して、データシンボル系列を生成する。ステップS1303において、パイロットシンボル系列用マッチトフィルタ1226により、第2拡散符号を用いて受信信号を逆拡散して、パイロットシンボル系列を生成する。そして、ステップS1304～S1308において、パイロットブロック生成部1211およびチャネル推定値取得部1221により、チャネル推定処理を行い、データシンボルおよびパイロットシンボルのチャネル推定値を取得する。

図14は、本実施形態に係るチャネル推定装置によるチャネル推定の動

作原理を、 $n$ 番目（ここで、 $n$ は整数）のデータシンボルのチャネル推定値を取得する例を用いて示す図である。図14の例においては、電力損を押さえるため、パイロットシンボル系列の電力は、データシンボル系列の電力よりも小さくしている。また、データシンボル系列およびパイロットシンボル系列はスロット単位で送信電力制御されている。

図13Aに戻り、ステップS1304において、パイロットブロック生成部1211によりパイロットシンボル系列から複数のパイロットブロックを生成する。図14の例では、 $n$ 番目のパイロットシンボルを中心に、 $\lambda$ ビットの長さのパイロットブロックを時間的に前後に $L$ 個（本例では3個）生成するために、 $(n - K + 1)$ 番目のパイロットシンボルから $(n + K)$ 番目のパイロットシンボルまでを用いている（ここで、 $K = L \times \lambda$ 、 $K$ は自然数）。

パイロットブロックは、多くの異なるスロットに属するパイロットシンボルにより形成し、それらのパイロットシンボルをチャネル推定に用いることが好ましい。スロットが異なるパイロットシンボル間では電力が異なるが、この差に起因するチャネル推定誤差よりも、より多くのスロットのパイロットシンボルを用いることによる熱雑音、干渉信号の影響の低減効果の方が大きく、より高精度なチャネル推定を行うことができるからである。図14の例では、7個の異なるスロットに属するパイロットシンボルにより6個のパイロットブロックを形成している。

パイロットブロックは、 $n$ 番目のデータシンボルのチャネル推定値を求める場合に、図3の例のように $n$ 番目のパイロットシンボルを中心に時間的に前後に同数個生成しなくてもよい。したがって、チャネル推定の遅延を考慮して、 $n$ 番目より小さい（時間的に前の）パイロットシンボルのみからパイロットブロックを生成することもできる。

1パイロットブロックの長さは1スロットの長さとは関係なく選択することができる。また、1パイロットブロックの長さを1パイロットシンボルの長さとすること、すなわち1パイロットブロックを1パイロットシンボルで形成することもできる。さらに、パイロットブロックの長さは、パイロットブロックごとに異なるものとしてもよい。

ステップS1305～S1307において、チャネル推定値取得部1221により、データシンボルおよびパイロットシンボルのチャネル推定値を取得する。まず、ステップS1305でパイロットブロックに含まれるパイロットシンボル $\hat{\xi}$ （複素フェージング包絡線推定値）の平均をとり、パイロットブロック平均値 $\bar{\hat{\xi}}$ を取得する。これをすべてのパイロットブロックについて行う（ステップS1306）。1パイロットブロックに1パイロットシンボルしか含まれない場合には、そのパイロットシンボル $\hat{\xi}$ がそのままパイロットブロック平均値 $\bar{\hat{\xi}}$ となる。図14の例では、i番目のパイロットブロック（ $i = -L \sim L$ ,  $i \neq 0$ ）の各々についてパイロットブロック平均値 $\bar{\hat{\xi}}(n_i)$ を取得している。

ステップS1307でパイロットブロック平均値 $\bar{\hat{\xi}}$ の各々を重み付け加算して、データシンボルおよびパイロットシンボルのチャネル推定値 $\tilde{\xi}$ を取得する。図14の例では、i番目のパイロットブロックの重み係数を $\alpha_i$ として、n番目のデータシンボルのチャネル推定値 $\tilde{\xi}(n)$ を取得している。

また、本実施形態においては、重み付け制御のために、パイロットシン

ボルについてもチャネル推定値を取得する。n番目のパイロットシンボルのチャネル推定値としては、n番目のデータシンボルのチャネル推定値 $\tilde{\xi}(n)$ をそのまま用いることができる。

チャネル推定値 $\tilde{\xi}(n)$ は式(3)で与えられる。

$$\tilde{\xi}(n) = \sum_{i=-L, i \neq 0}^L \alpha_i \cdot \bar{\xi}(n_i) \quad (3)$$

上記ステップS1304～S1307を、チャネル推定値を取得しようとするすべてのデータシンボルおよびパイロットシンボルについて行う(ステップS1308)。

チャネル推定値を取得した後、ステップS1309において、データシンボル系列補償部1230により(データシンボルの)チャネル推定値 $\tilde{\xi}$ を用いてデータシンボル系列のチャネル変動を補償する。より具体的には、データシンボル系列にチャネル推定値 $\tilde{\xi}$ の複素共役を乗じることによりデータシンボルのチャネル変動を補償する。

ステップS1310において、レイク合成部1232により、各レイクフインガからの補償されたデータシンボル系列を同相合成する。

本実施形態に係るCDMA受信装置1200では、本発明の第1実施形態に係るCDMA受信装置100の重み付け制御処理(図4)と同様の処理が行われる。すなわち、ステップS401において、パイロットシンボ

ル系列補償部 1246 により、(パイロットシンボルの) チャネル推定値  $\hat{\xi}$  を用いてパイロットシンボル系列のチャネル変動を補償する。

ステップ S402において、誤差信号生成部 1242 により、補償されたパイロットシンボル系列、および(チャネル変動による影響を受けていない)理想的なパイロットシンボル系列に基づき誤差信号(識別誤差情報)を生成する。理想的なパイロットシンボル系列は既知であり、受信装置 1200 にあらかじめ用意してある。

ステップ S403において、重み付け制御部(MMSE) 1244 により、誤差信号、およびパイロットブロック平均値(各パイロットブロックより得られたチャネル推定値)  $\bar{\xi}$  を帰還情報として用いて重み付け(重み係数  $\alpha_i$ ) の制御を行う。

このように、パイロットシンボルに対する重み付け値を、チャネル変動の速度に応じて適応的に最適化することにより、フェージング変動に対する耐性を向上させ、高精度なチャネル推定を行うことができる。

#### (第 6 実施形態)

図 15 は、本発明の第 6 実施形態に係る CDMA 送受信装置の構成例を示す図である。本実施形態に係る CDMA 送受信装置 1500 は、データシンボル系列、および前記データシンボル系列に対し並列なパイロットシンボル系列を含む信号を送信し、およびかかる信号を受信し、復調する。

CDMA 送受信装置 1500 は、送信処理部 1510 と受信処理部 1520 とを備える。受信処理部 1520 の構成ならびに受信処理および重み付け制御処理は、本発明の第 5 実施形態に係る CDMA 受信装置 1200 の構成(図 12)ならびに受信処理(図 13A および図 13B)および重み付け制御処理(図 4)と同様である。

図16は、本実施形態に係るCDMA送受信装置の送信処理部の構成例を示す図である。図16に示すように、送信処理部1510は、送信部1610、通信路符号化部1622、データシンボル系列用拡散部1626、パイロットシンボル系列用拡散部1628、および合成部1630を備える。本実施形態においては、通信路符号化部1622、データシンボル系列用拡散部1626等はDSP（およびプログラムを格納したメモリ）1620によりソフトウェアとして実現されているが、ハードウェアとして実現してもよい。

図17は、本実施形態に係るCDMA送受信装置の送信処理部による送信処理例を示すフローチャートである。まず、ステップS1701において、通信路符号化部1622により、データ系列を変調（符号化）して、データシンボル系列を生成する。ステップS1702において、データシンボル系列用拡散部1626により、第1拡散符号を用いてデータシンボル系列を拡散し、拡散されたデータシンボル系列を生成する。ステップS1703において、パイロットシンボル系列用拡散部1628により、第2拡散符号を用いてパイロットシンボル系列を拡散し、拡散されたパイロットシンボル系列を生成する。ステップS1704において、合成部1630により拡散されたデータシンボル系列と拡散されたパイロットシンボル系列とを合成して送信信号を生成する。ステップS1705において、送信部1610により、送信信号を送信する。

本実施形態においては、互いに直交する第1拡散符号および第2拡散符号を用いている。ただし、互いに直交しない第1拡散符号および第2拡散符号を用いるようにしてもよい。

また、本実施形態においては、互いに直交する第1搬送波および第2搬送波に拡散されたデータシンボル系列および拡散されたパイロットシンボ

ル系列をそれぞれ乗せた上で両搬送波を合成し、送信している。ただし、互いに直交しない第1搬送波および第2搬送波に拡散されたデータシンボル系列および拡散されたパイロットシンボル系列をそれぞれ乗せた上で両搬送波を合成し、送信するようにしてもよい。

#### (第7実施形態)

図18は、本発明の第7実施形態に係るCDMA受信装置の構成例を示す図である。本実施形態に係るCDMA受信装置1800は、データシンボル系列、および前記データシンボル系列に対し並列なパイロットシンボル系列を含む信号を受信し、復調する。

CDMA受信装置1800は、受信部1810、データシンボル系列用マッチトフィルタ1824、パイロットシンボル系列用マッチトフィルタ1826、パイロットブロック生成部1811、チャネル推定値取得部1821、データシンボル系列補償部1830、レイク合成部1832、データ判定部1846、誤差信号生成部1842、および重み付け制御部(MMSE)1844を備える。図18に示すように、本実施形態においては、データシンボル系列用マッチトフィルタ1824、パイロットシンボル系列用マッチトフィルタ1826等はDSP(およびプログラムを格納したメモリ)1820によりソフトウェアとして実現されているが、ハードウェアとして実現してもよい。受信部1810、データシンボル系列用マッチトフィルタ1824等の構成および機能は、本発明の第5実施形態に係るCDMA受信装置1200の対応する要素と同様である。また、本実施形態に係るCDMA受信装置1800では、本発明の第5実施形態に係るCDMA受信装置1200の受信処理(図13Aおよび図13B)と同様の処理が行われる。ただし、本実施形態においては、パイロットシンボルのチャネル推定値を求める必要はない。

また、本実施形態に係るCDMA受信装置1800では、本発明の第3実施形態に係るCDMA受信装置800の重み付け制御処理（図9）と同様の処理が行われる。すなわち、ステップS901において、誤差信号生成部1842により、補償されたデータシンボル系列、および補償されたデータシンボル系列を復調し、データ判定した結果に基づき誤差信号（識別誤差情報）を生成する。データ判定は、データ判定部1846がレイク合成部1832の出力を判定（0／1）することにより行う。

ステップS902において、重み付け制御部（MMSE）1844により、誤差信号、およびパイロットブロック平均値（各パイロットブロックより得られたチャネル推定値） $\bar{\xi}_i$ を帰還情報として用いて重み付け（重み係数 $\alpha_i$ ）の制御を行う。

このように、パイロットシンボルに対する重み付け値を、チャネル変動の速度に応じて適応的に最適化することにより、フェージング変動に対する耐性を向上させ、高精度なチャネル推定を行うことができる。

なお、本発明の第7実施形態に係るCDMA受信装置1800を受信処理部として、および本発明の第6実施形態に係るCDMA送受信装置1500の送信処理部1510を送信処理部としてCDMA送受信装置を構成することができる。

#### （第8実施形態）

図19は、本発明の第8実施形態に係るCDMA受信装置の構成例を示す図である。本実施形態に係るCDMA受信装置1900は、データシンボル系列、および前記データシンボル系列に対し並列なパイロットシンボル系列を含む信号を受信し、復調する。

CDMA受信装置1900は、受信部1910、データシンボル系列用

マッチトフィルタ 1924、パイロットシンボル系列用マッチトフィルタ 1926、パイロットブロック生成部 1911、チャネル推定値取得部 1921、データシンボル系列補償部 1930、レイク合成部 1932、および重み付け制御部（内積演算）1944を備える。図 19 に示すように、本実施形態においては、データシンボル系列用マッチトフィルタ 1924、パイロットシンボル系列用マッチトフィルタ 1926 等は DSP（およびプログラムを格納したメモリ）1920 によりソフトウェアとして実現されているが、ハードウェアとして実現してもよい。受信部 1910、データシンボル系列用マッチトフィルタ 1924 等の構成および機能は、本発明の第 5 実施形態に係る CDMA 受信装置 1200 の対応する要素と同様である。また、本実施形態に係る CDMA 受信装置 1900 では、本発明の第 5 実施形態に係る CDMA 受信装置 1200 の受信処理（図 13A および図 13B）と同様の処理が行われる。ただし、本実施形態においては、パイロットシンボルのチャネル推定値を求める必要はない。

また、本実施形態に係る CDMA 受信装置 1900 では、本発明の第 4 実施形態に係る CDMA 受信装置 1000 の重み付け制御処理（図 11）と同様の処理が行われる。すなわち、ステップ S1101において、重み付け制御部（内積演算）1944 により、データシンボルのチャネル推定値  $\tilde{\xi}$  と、およびパイロットブロック平均値（各パイロットブロックより得られたチャネル推定値） $\bar{\xi}$  との内積値（相関値）を更新値（帰還情報）として、式（4）に示すように、重み付け（重み係数  $\alpha_i$ ）の制御（更新）を行う。

$$\mathbf{A}(n) = \mathbf{A}(n-1) + \mu \tilde{\xi}(n) \bar{\hat{\mathbf{X}}}(n)$$

$$\mathbf{A}(n) = \begin{pmatrix} \alpha_{-L}(n) \\ \vdots \\ \alpha_{-1}(n) \\ \alpha_1(n) \\ \vdots \\ \alpha_L(n) \end{pmatrix}, \quad \bar{\hat{\mathbf{X}}}(n) = \begin{pmatrix} \bar{\hat{\xi}}(n_{-L}) \\ \vdots \\ \bar{\hat{\xi}}(n_{-1}) \\ \bar{\hat{\xi}}(n_1) \\ \vdots \\ \bar{\hat{\xi}}(n_L) \end{pmatrix} \quad (4)$$

$$\tilde{\xi}(n) = \mathbf{A}^t(n-1) \cdot \bar{\hat{\mathbf{X}}}(n)$$

ここで、 $\mathbf{A}(n)$  は n 番目のデータシンボルの重み付け係数であり、

$\mu$  は更新のステップサイズであり、 $\bar{\hat{\xi}}(n_i)$  は i 番目のパイロットブロック

のパイロットブロック平均値であり、 $\tilde{\xi}(n)$  は n 番目のデータシンボルのチャネル推定値である。また、 $\mathbf{A}^t(n)$  は  $\mathbf{A}(n)$  の転置行列を示す。

このように、パイロットシンボルに対する重み付け値を、チャネル変動の速度に応じて適応的に最適化することにより、フェージング変動に対する

る耐性を向上させ、高精度なチャネル推定を行うことができる。

また、本実施形態においては、データを復調する必要性や誤差信号を生成する必要性がなく、簡単な構成でチャネル変動に応じた重み付けの制御を行うことができる。

なお、本発明の第8実施形態に係るCDMA受信装置1900を受信処理部として、および本発明の第6実施形態に係るCDMA送受信装置1500の送信処理部1510を送信処理部としてCDMA送受信装置を構成することができる。

(その他)

図20は、2波レイリーモデル下における最大ドップラー周波数( $f_d$ )とスロット時間( $T_{slot}$ )との積に対する所要誤り率( $BER = 10^{-3}$ )特性を示す図である。図20には、本発明の第4実施形態に係るCDMA受信装置(時間多重型パイロットチャネル方式)による特性(TM\_P)、本発明の第8実施形態に係るCDMA受信装置(並列型パイロットチャネル方式)による特性(Para\_P)、従来の重み係数が固定であるCDMA受信装置(時間多重型パイロットチャネル方式)による特性(TM\_C)、および従来の重み係数が固定であるCDMA受信装置(並列型パイロットチャネル方式)による特性(Para\_C)が示されている。

図21は、 $f_d T_{slot} = 0.003125$ および $f_d T_{slot} = 0.28$ 時のVehicular-B環境下におけるBER特性を示す図であり、図22はVehicular-B環境下における $f_d T_{slot}$ に対する所要誤り率( $BER = 10^{-3}$ )特性を示す図である。

図20および図22より、本発明の第4実施形態に係るCDMA受信装置および本発明の第8実施形態に係るCDMA受信装置とともに従来のCDMA受信装置に比べて、低速フェージング時で2波レイリーモデル下で約

0.2dB、Vehicular-B下で約0.4dBの改善効果が得られ、高速フェージング下ではフェージング速度が大きくなるほどその改善効果が大きく現れていることがわかる。また、低速フェージング下においてVehicular-B環境下での改善効果が2波レイリーモデル下よりも大きいのは、Vehicular-B下では雑音の影響が大きいので低速フェージング時にはより多くのパイロットシンボルを利用できる本発明の改善効果が得られたためである。

さらに、低速から高速フェージングまでのすべての範囲で、時間多重型パイロットチャネル方式（本発明の第4実施形態に係るCDMA受信装置）と並列型パイロットチャネル方式（本発明の第8実施形態に係るCDMA受信装置）の差がないのは、低速時は推定に用いるエネルギーが等しく、フェージング変動が小さい為であり、高速時においてほぼ等しくなっているのは、時間多重型パイロットチャネル方式の特徴である短い時間で信号エネルギーが得られる効果と、並列型パイロットチャネル方式の同期加算数を時間多重型パイロットチャネル方式より少なくしたことによる高速フェージングに対する追随性の向上効果とがほぼ等しかったためであると考えられる。

以上説明したように、本発明によれば、パイロットシンボルに対する重み付け値を、チャネル変動の速度に応じて適応的に最適化することにより、フェージング変動に対する耐性を向上させ、高精度なチャネル推定を行うことができる。

高精度なチャネル推定およびそれに基づくデータシンボルのチャネル変動の補償を行うことができれば、例えば、レイリーフェージング環境下においても、絶対同期検波を用いてデータシンボルごとに絶対位相を判定することができ、所要の受信品質（受信誤り率）を得るために必要なSNI

Rを低減させることができる。したがって、送信電力を低減させることができ、システムの加入者容量を増大させることができる。

## 請求の範囲

1. 複数のスロットを有し、データシンボルとパイロットシンボルとを含んだ合成シンボル系列を含む信号を受信し、復調するCDMA受信装置であって、

前記合成シンボル系列における前記パイロットシンボルの位置を検出する手段と、

前記検出結果に基づき、複数のスロットにおいて、前記合成シンボル系列から前記パイロットシンボルを取り出し、パイロットブロックを生成する手段と、

前記パイロットブロックに含まれる前記パイロットシンボルの平均値の各々を重み付け加算して、チャネル推定値を取得する手段と、

前記検出結果に基づき、前記合成シンボル系列からデータシンボル系列を取得する手段と、

前記チャネル推定値を用いて前記データシンボル系列のチャネル変動を補償する手段と、

前記チャネル変動の速度に応じて前記重み付けを制御する手段とを備えたことを特徴とするCDMA受信装置。

2. 請求項1に記載のCDMA受信装置において、前記重み付けを制御する手段は、

前記チャネル推定値を用いて、前記合成シンボル系列から取り出したパイロットシンボル系列のチャネル変動を補償する手段と、

前記補償されたパイロットシンボル系列、および理想的なパイロットシンボル系列に基づき誤差信号を生成する手段と、

前記誤差信号、および前記パイロットブロックに含まれる前記パイロットシンボルの平均値を用いて前記重み付けの制御を行う手段と  
を有することを特徴とするCDMA受信装置。

3. 請求項1に記載のCDMA受信装置において、前記重み付けを制御する手段は、

前記補償されたデータシンボル系列、および前記補償されたデータシンボル系列を復調し、データ判定した結果に基づき誤差信号を生成する手段と、

前記誤差信号、および前記パイロットブロックに含まれる前記パイロットシンボルの平均値を用いて前記重み付けの制御を行う手段と  
を有することを特徴とするCDMA受信装置。

4. 請求項1に記載のCDMA受信装置において、前記重み付けを制御する手段は、前記データシンボルの前記チャネル推定値と、前記パイロットブロックに含まれる前記パイロットシンボルの平均値との内積値を更新値として前記重み付けの制御を行うことを特徴とするCDMA受信装置。

5. 請求項1ないし4のいずれかに記載のCDMA受信装置において、前記CDMA受信装置は、データシンボル系列にパイロットシンボルを数シンボル単位で一定周期で挿入したスロットからなるフレーム構成を有する合成シンボル系列を含む信号を受信することを特徴とするCDMA受信装置。

6. 請求項1ないし5のいずれかに記載のCDMA受信装置において、

前記パイロットブロックは、スロット内のすべてのパイロットシンボルから形成されることを特徴とするCDMA受信装置。

7. 請求項1ないし6のいずれかに記載のCDMA受信装置において、前記合成シンボル系列中のn番目（nは整数）のスロットのデータシンボルの前記チャネル推定値を取得する場合、前記パイロットブロックは、前記合成シンボル系列中の（n-K+1）番目（Kは自然数）のスロットから（n+K）番目のスロットまでにおいて生成されることを特徴とするCDMA受信装置。

8. データシンボル系列、および前記データシンボル系列に対し並列なパイロットシンボル系列を含む信号を受信し、復調するCDMA受信装置であって、

前記パイロットシンボル系列から複数のパイロットブロックを生成する手段と、

前記パイロットブロックに含まれるパイロットシンボルの平均値の各々を重み付け加算して、チャネル推定値を取得する手段と、

前記チャネル推定値を用いて前記データシンボル系列のチャネル変動を補償する手段と、

前記チャネル変動の速度に応じて前記重み付けを制御する手段とを備えたことを特徴とするCDMA受信装置。

9. 請求項8に記載のCDMA受信装置において、前記重み付けを制御する手段は、

前記チャネル推定値を用いて前記パイロットシンボル系列のチャネル変

動を補償する手段と、

前記補償されたパイロットシンボル系列、および理想的なパイロットシンボル系列に基づき誤差信号を生成する手段と、

前記誤差信号、および前記パイロットブロックに含まれる前記パイロットシンボルの平均値を用いて前記重み付けの制御を行う手段と  
を有することを特徴とするCDMA受信装置。

10. 請求項8に記載のCDMA受信装置において、前記重み付けを制御する手段は、

前記補償されたデータシンボル系列、および前記補償されたデータシンボル系列を復調し、データ判定した結果に基づき誤差信号を生成する手段と、

前記誤差信号、および前記パイロットブロックに含まれる前記パイロットシンボルの平均値を用いて前記重み付けの制御を行う手段と  
を有することを特徴とするCDMA受信装置。

11. 請求項8に記載のCDMA受信装置において、前記重み付けを制御する手段は、前記データシンボルの前記チャネル推定値と、前記パイロットブロックに含まれる前記パイロットシンボルの平均値との内積値を更新値として前記重み付けの制御を行うことを特徴とするCDMA受信装置。

12. 請求項8ないし11のいずれかに記載のCDMA受信装置において、前記CDMA受信装置は、第1拡散符号を用いて拡散されたデータシンボル系列と、前記データシンボル系列に対し並列であり、第2拡散符号を用いて拡散されたパイロットシンボル系列とを含む信号を受信し、前記

第 1 拡散符号と前記第 2 拡散符号とは互いに直交することを特徴とする C  
D M A 受信装置。

1 3 . 請求項 8 ないし 1 2 のいずれかに記載の C D M A 受信装置において、前記 C D M A 受信装置は、第 1 搬送波に乗せられた拡散されたデータシンボル系列と、前記データシンボル系列に対し並列であり、第 2 搬送波に乗せられた拡散されたパイロットシンボル系列とを含む信号を受信し、前記第 1 搬送波と前記第 2 搬送波とは互いに直交することを特徴とする C D M A 受信装置。

1 4 . 請求項 8 ないし 1 3 のいずれかに記載の C D M A 受信装置において、前記データシンボル系列中の  $n$  番目 ( $n$  は整数) のデータシンボルの前記チャネル推定値を取得する場合、前記複数のパイロットブロックは、前記パイロットシンボル系列中の  $(n - K + 1)$  番目 ( $K$  は自然数) のパイロットシンボルから  $(n + K)$  番目のパイロットシンボルまでにより形成されることを特徴とする C D M A 受信装置。

1 5 . 請求項 8 ないし 1 4 のいずれかに記載の C D M A 受信装置において、前記複数のパイロットブロックは長さが同じであることを特徴とする C D M A 受信装置。

1 6 . 複数のスロットを有し、データシンボルとパイロットシンボルとを含んだ合成シンボル系列を含む信号を送信する送信処理部と前記信号を受信し、復調する受信処理部とを備えた C D M A 送受信装置であって、前記受信処理部は、

前記合成シンボル系列における前記パイロットシンボルの位置を検出する手段と、

前記検出結果に基づき、複数のスロットにおいて、前記合成シンボル系列から前記パイロットシンボルを取り出し、パイロットブロックを生成する手段と、

前記パイロットブロックに含まれる前記パイロットシンボルの平均値の各々を重み付け加算して、チャネル推定値を取得する手段と、

前記検出結果に基づき、前記合成シンボル系列からデータシンボル系列を取得する手段と、

前記チャネル推定値を用いて前記データシンボル系列のチャネル変動を補償する手段と、

前記チャネル変動の速度に応じて前記重み付けを制御する手段と

を有することを特徴とするCDMA送受信装置。

17. データシンボル系列、および前記データシンボル系列に対し並列なパイロットシンボル系列を含む信号を送信する送信処理部と、前記信号を受信し、復調する受信処理部とを備えたCDMA送受信装置であって、前記受信処理部は、

前記パイロットシンボル系列から複数のパイロットブロックを生成する手段と、

前記パイロットブロックに含まれるパイロットシンボルの平均値の各々を重み付け加算して、チャネル推定値を取得する手段と、

前記チャネル推定値を用いて前記データシンボル系列のチャネル変動を補償する手段と、

前記チャネル変動の速度に応じて前記重み付けを制御する手段と

を有することを特徴とする C D M A 送受信装置。

18. 複数のスロットを有し、データシンボルとパイロットシンボルとを含んだ合成シンボル系列を含む信号を受信し、復調する C D M A 受信方法であって、

前記合成シンボル系列における前記パイロットシンボルの位置を検出するステップと、

前記検出結果に基づき、複数のスロットにおいて、前記合成シンボル系列から前記パイロットシンボルを取り出し、パイロットブロックを生成するステップと、

前記パイロットブロックに含まれる前記パイロットシンボルの平均値の各々を重み付け加算して、チャネル推定値を取得するステップと、

前記検出結果に基づき、前記合成シンボル系列からデータシンボル系列を取得するステップと、

前記チャネル推定値を用いて前記データシンボル系列のチャネル変動を補償するステップと

を備え、前記重み付けは前記チャネル変動の速度に応じて制御されることを特徴とする C D M A 受信方法。

19. データシンボル系列、および前記データシンボル系列に対し並列なパイロットシンボル系列を含む信号を受信し、復調する C D M A 受信方法であって、

前記パイロットシンボル系列から複数のパイロットブロックを生成するステップと、

前記パイロットブロックに含まれるパイロットシンボルの平均値の各々

を重み付け加算して、チャネル推定値を取得するステップと、

前記チャネル推定値を用いて前記データシンボル系列のチャネル変動を  
補償するステップと

を備え、前記重み付けは前記チャネル変動の速度に応じて制御されるこ  
とを特徴とする C D M A 受信方法。

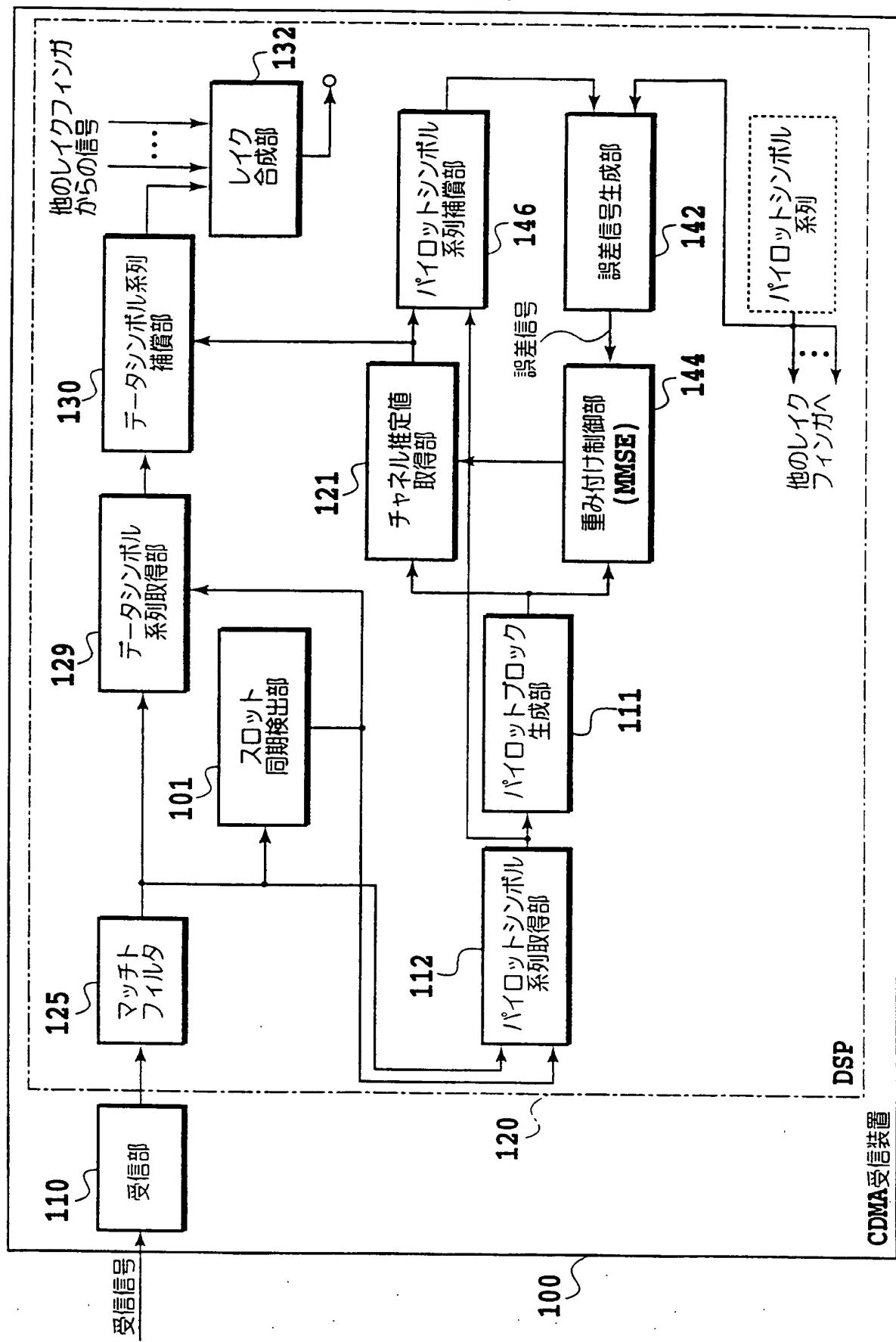
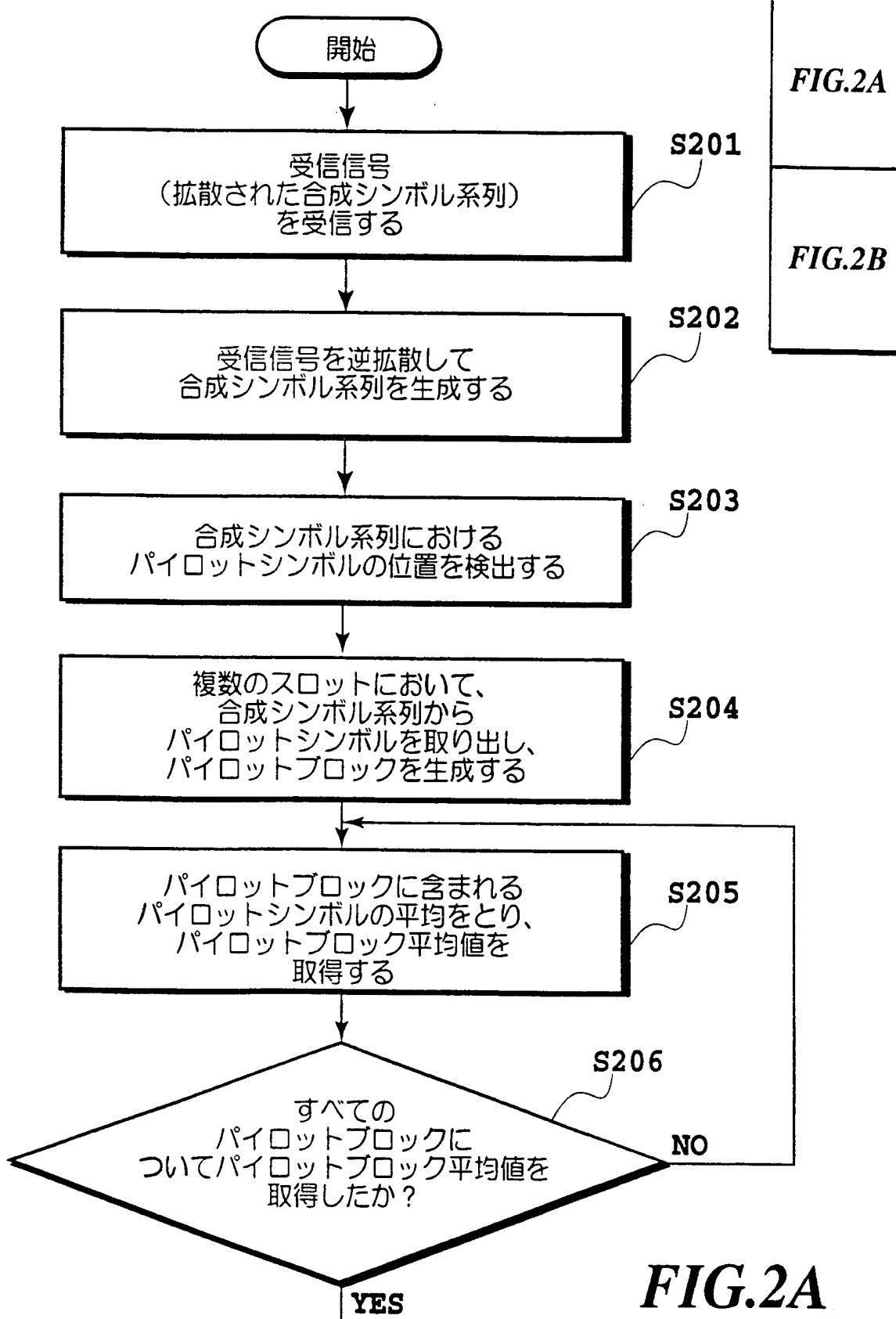


FIG.1

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

2/25

FIG.2



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

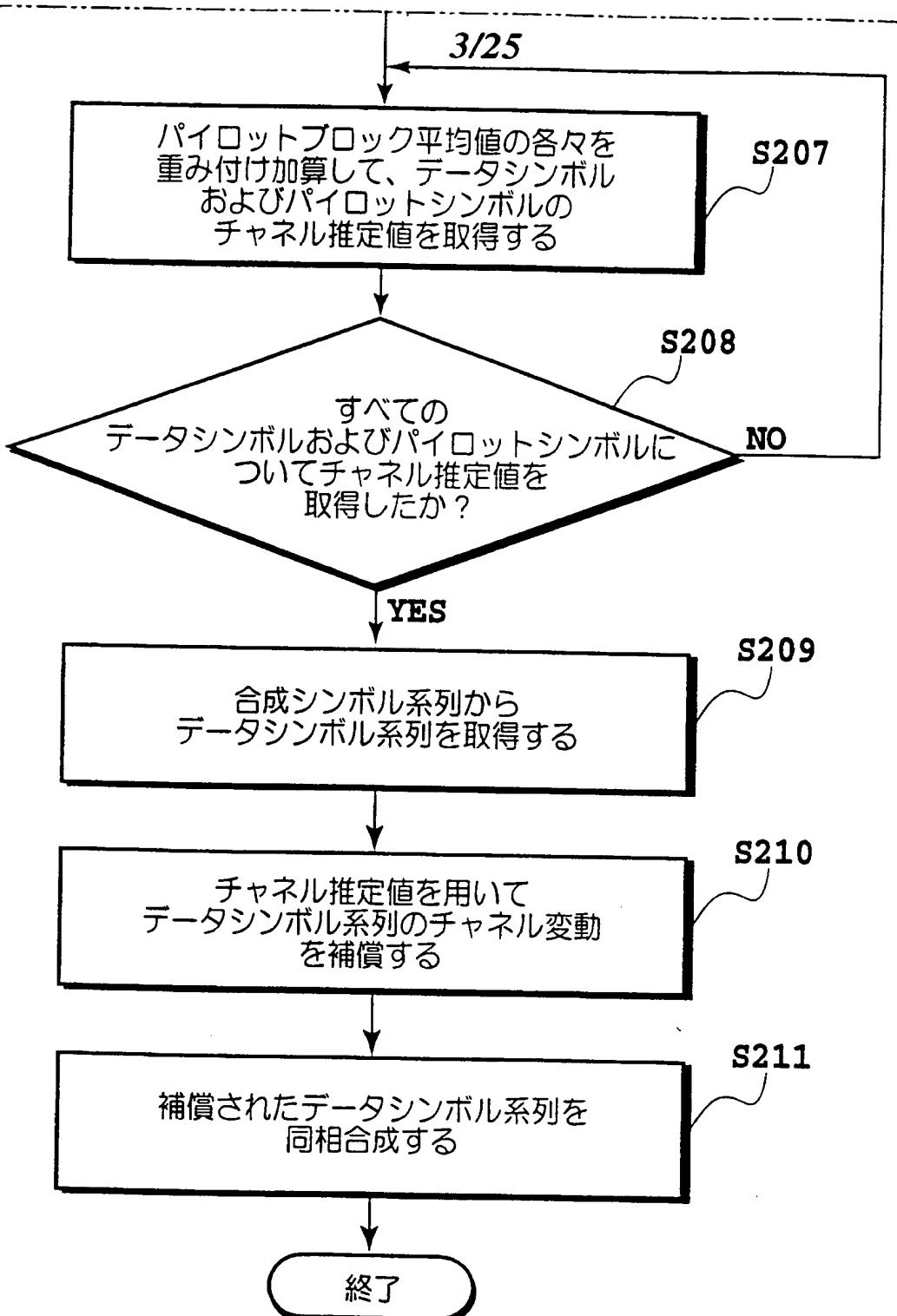


FIG.2B

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

4/25

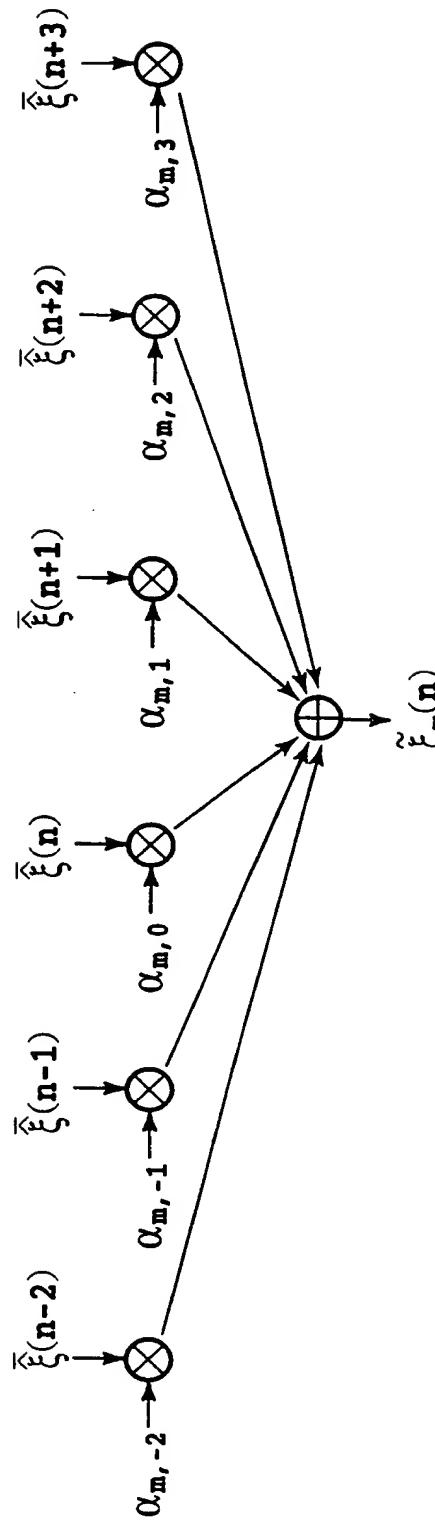
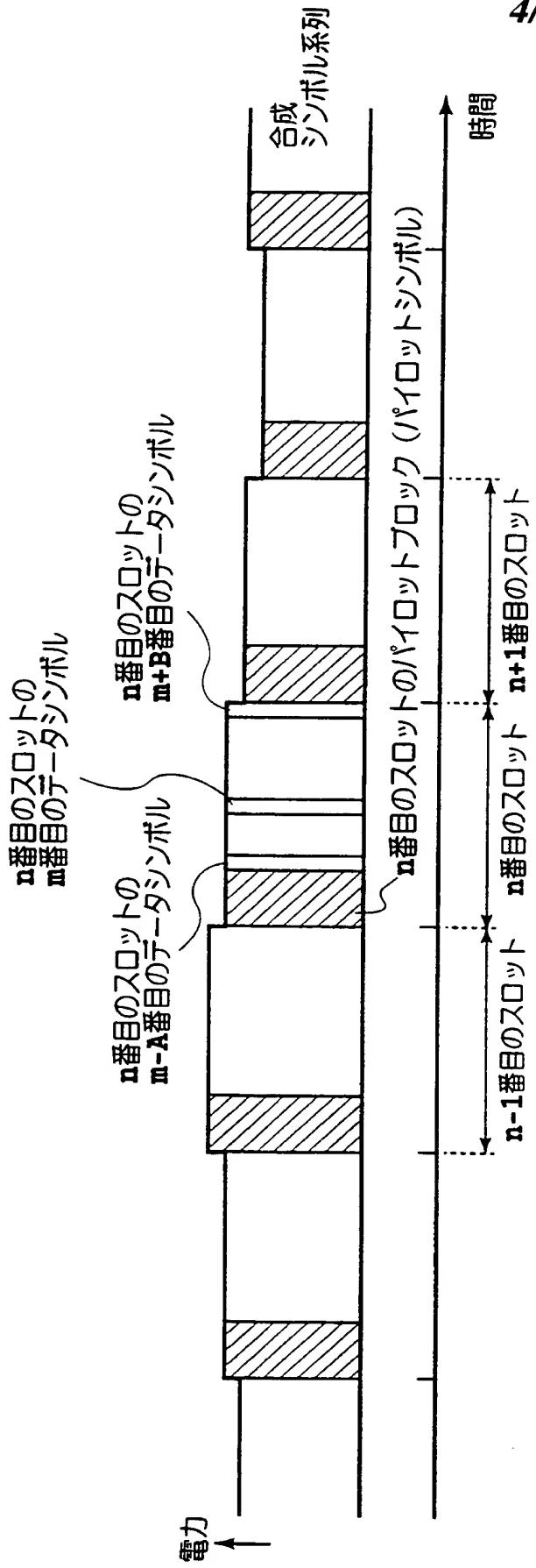


FIG.3  
 $n$ 番目のスロットのデータシンボルのチャネル推定値

THIS PAGE BLANK (USPTO)

5/25

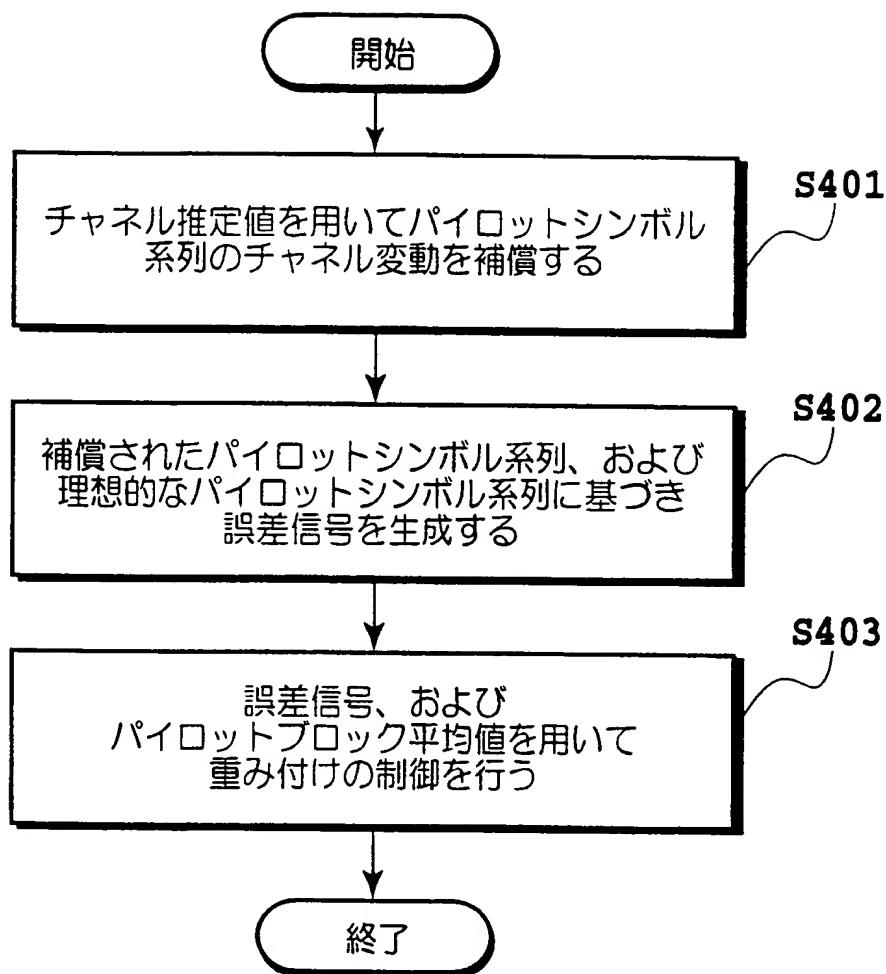


FIG.4

THIS PAGE BLANK (uspto)

6/25

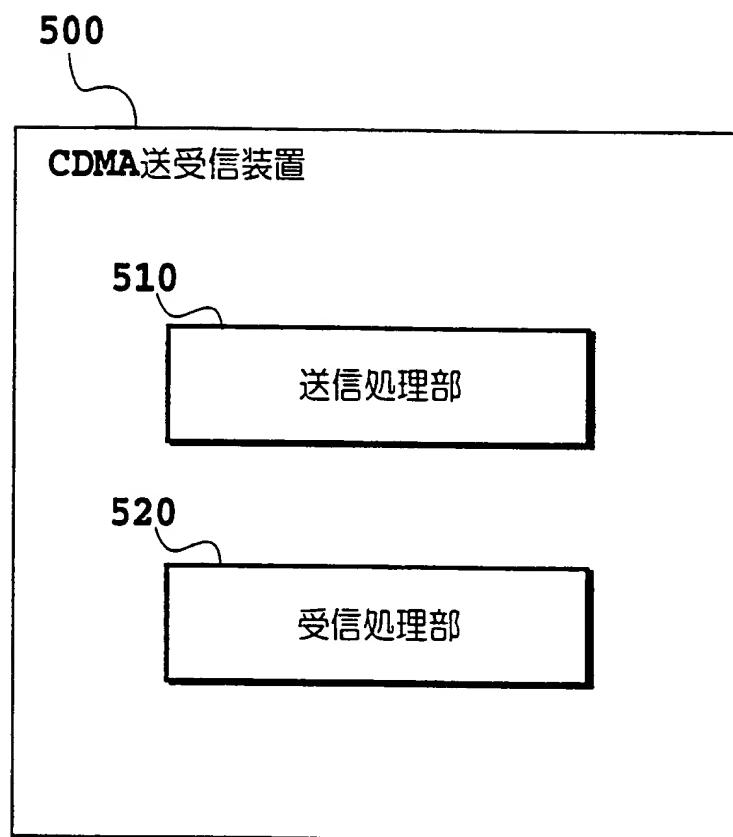


FIG.5

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

7/25

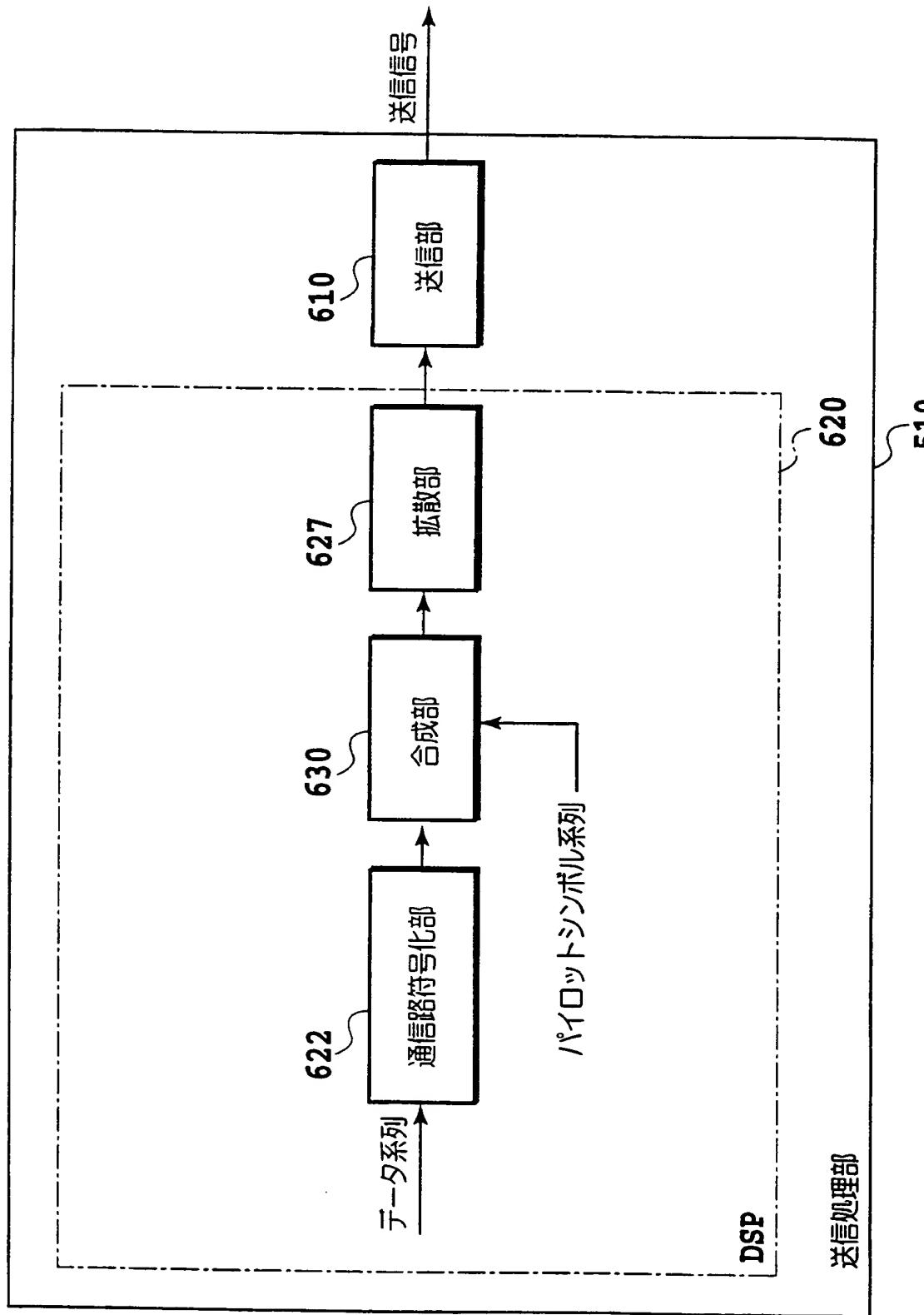


FIG.6

**THIS PAGE BLANK (uspto)**

8/25

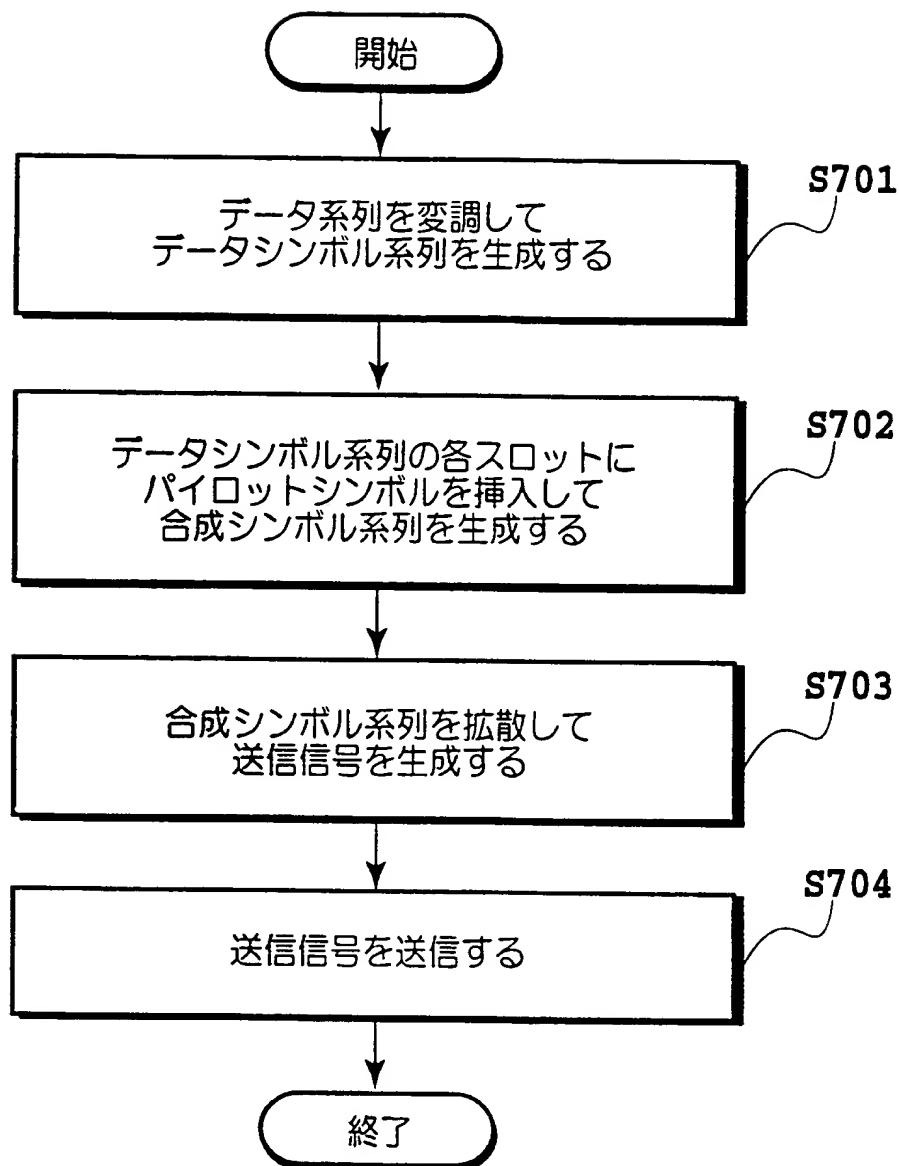


FIG.7

**THIS PAGE BLANK (USPS)**

9/25

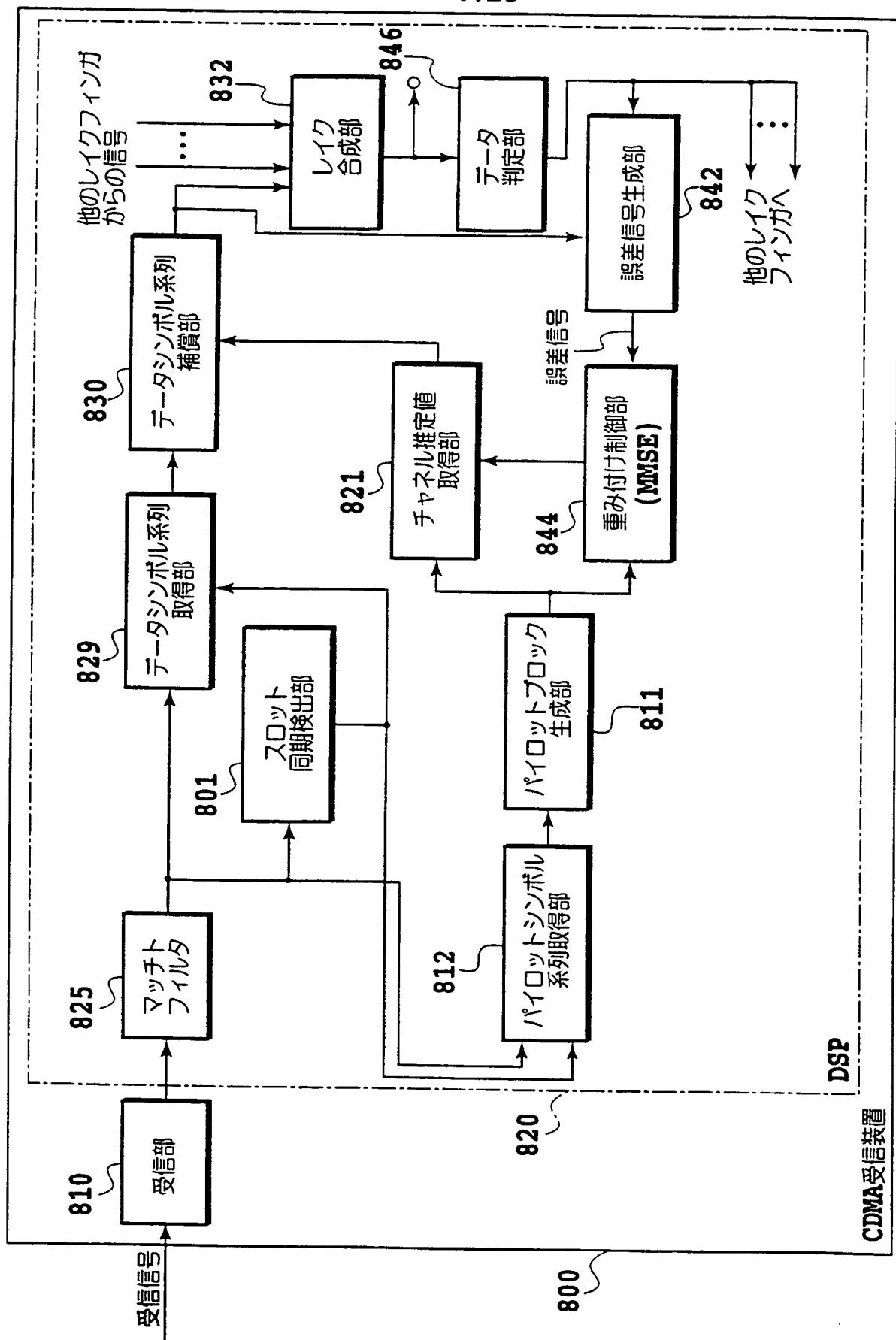


FIG. 8

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

10/25

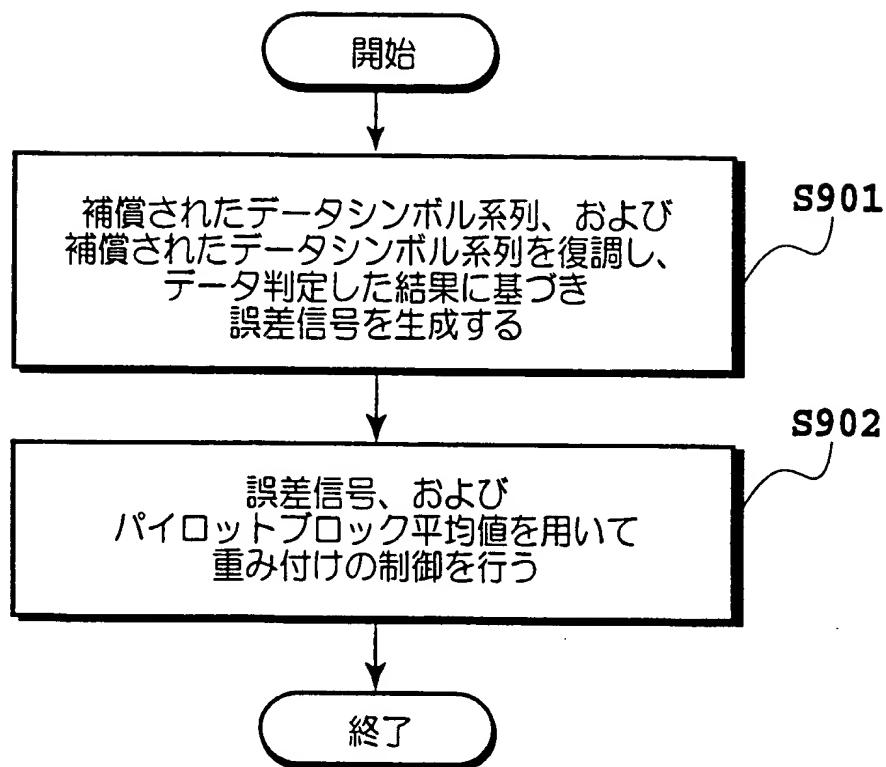


FIG.9

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

11/25

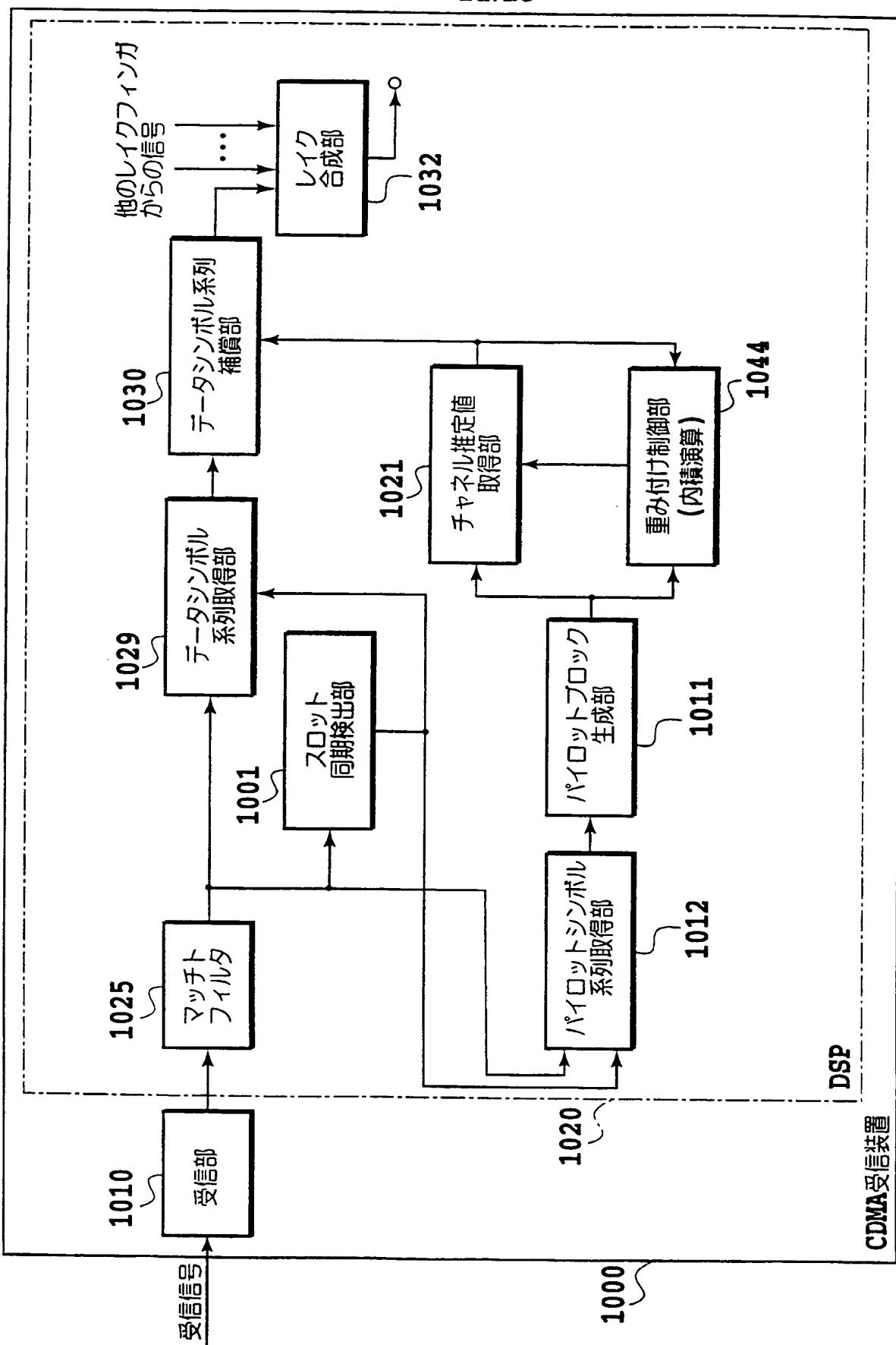


FIG.10

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

12/25

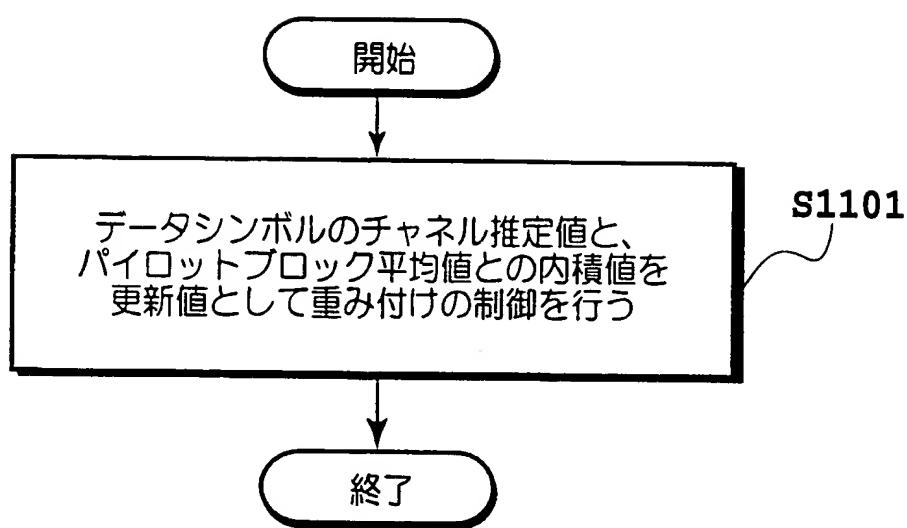


FIG.11

THIS PAGE BLANK (USPTO)

13/25

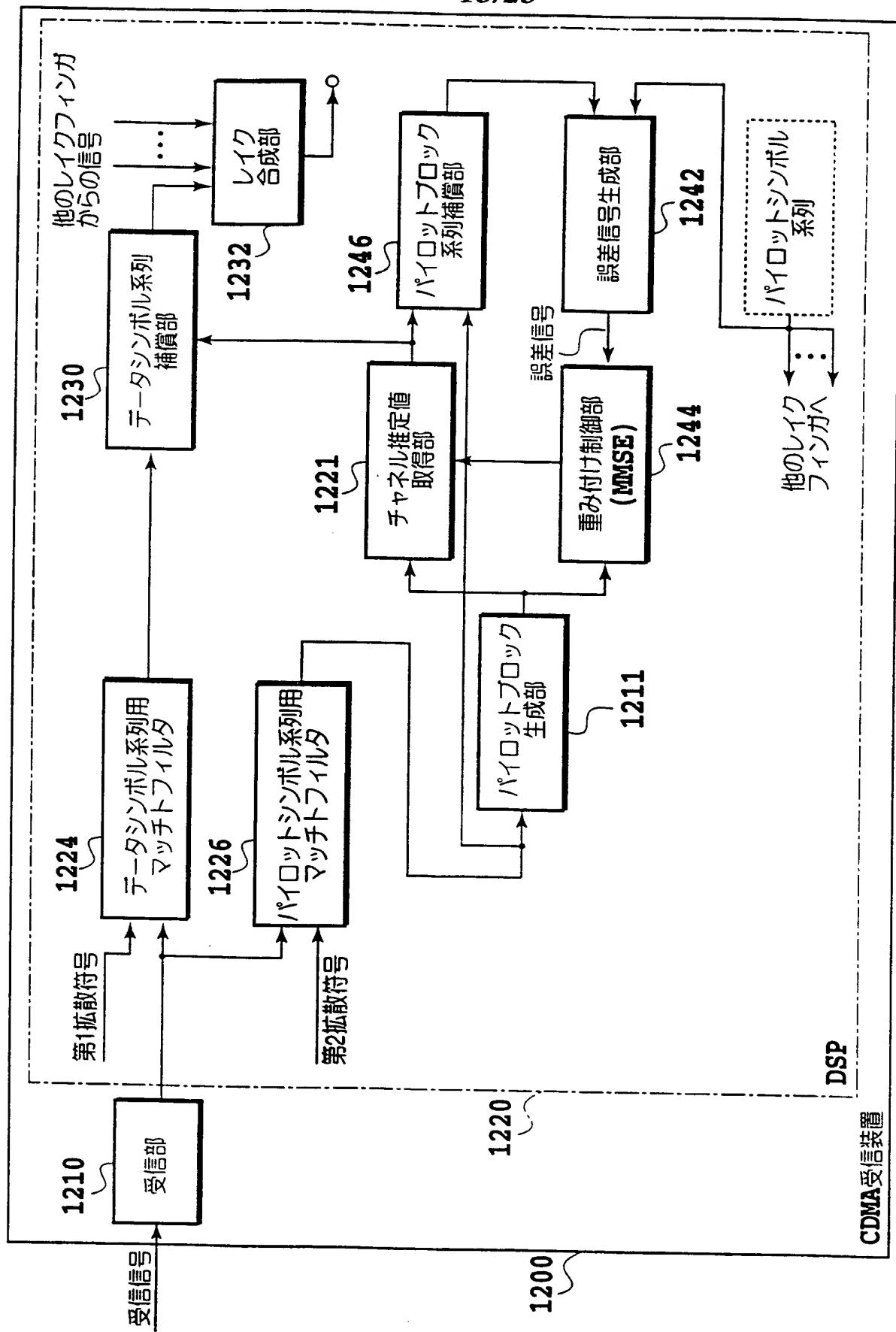
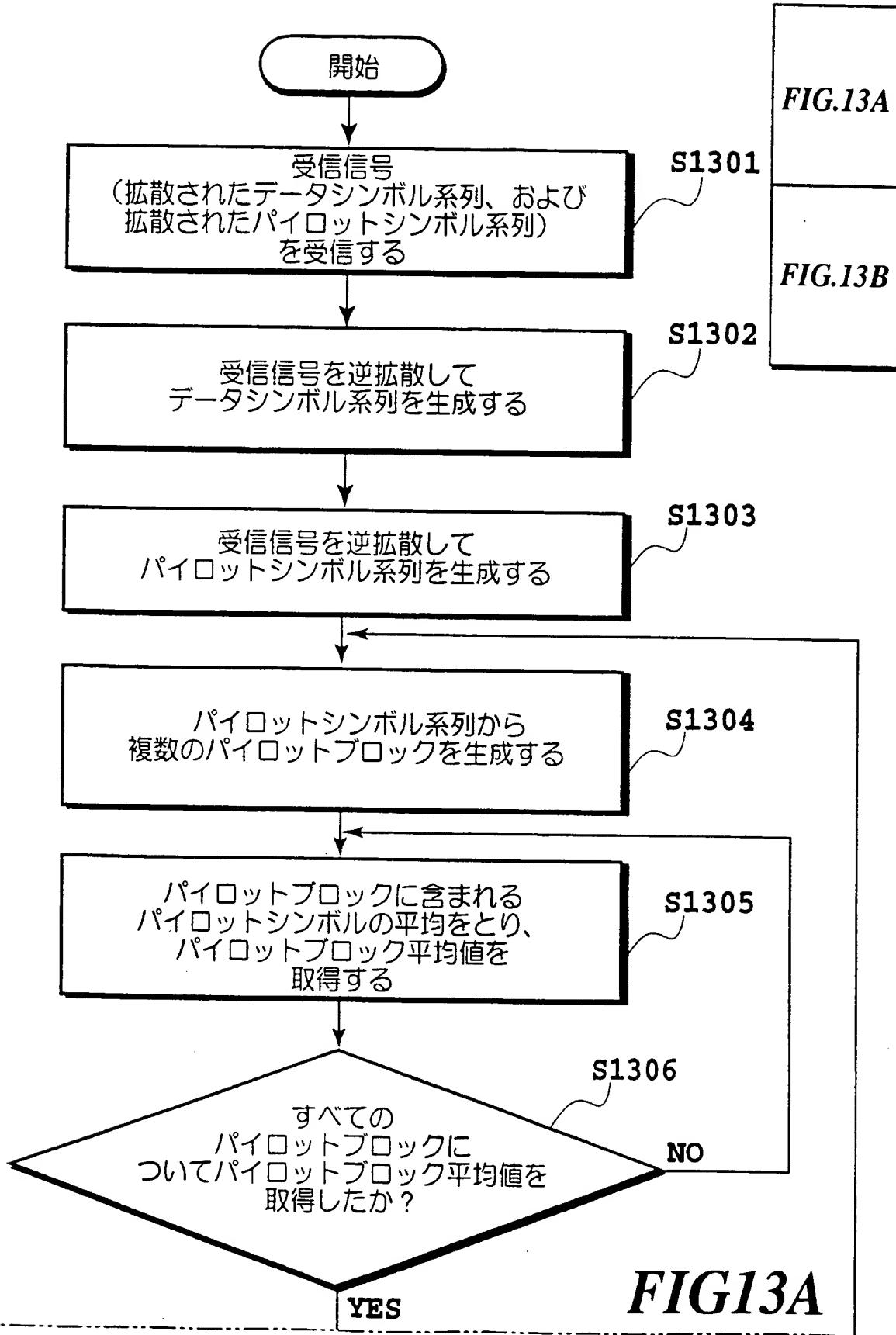


FIG.12

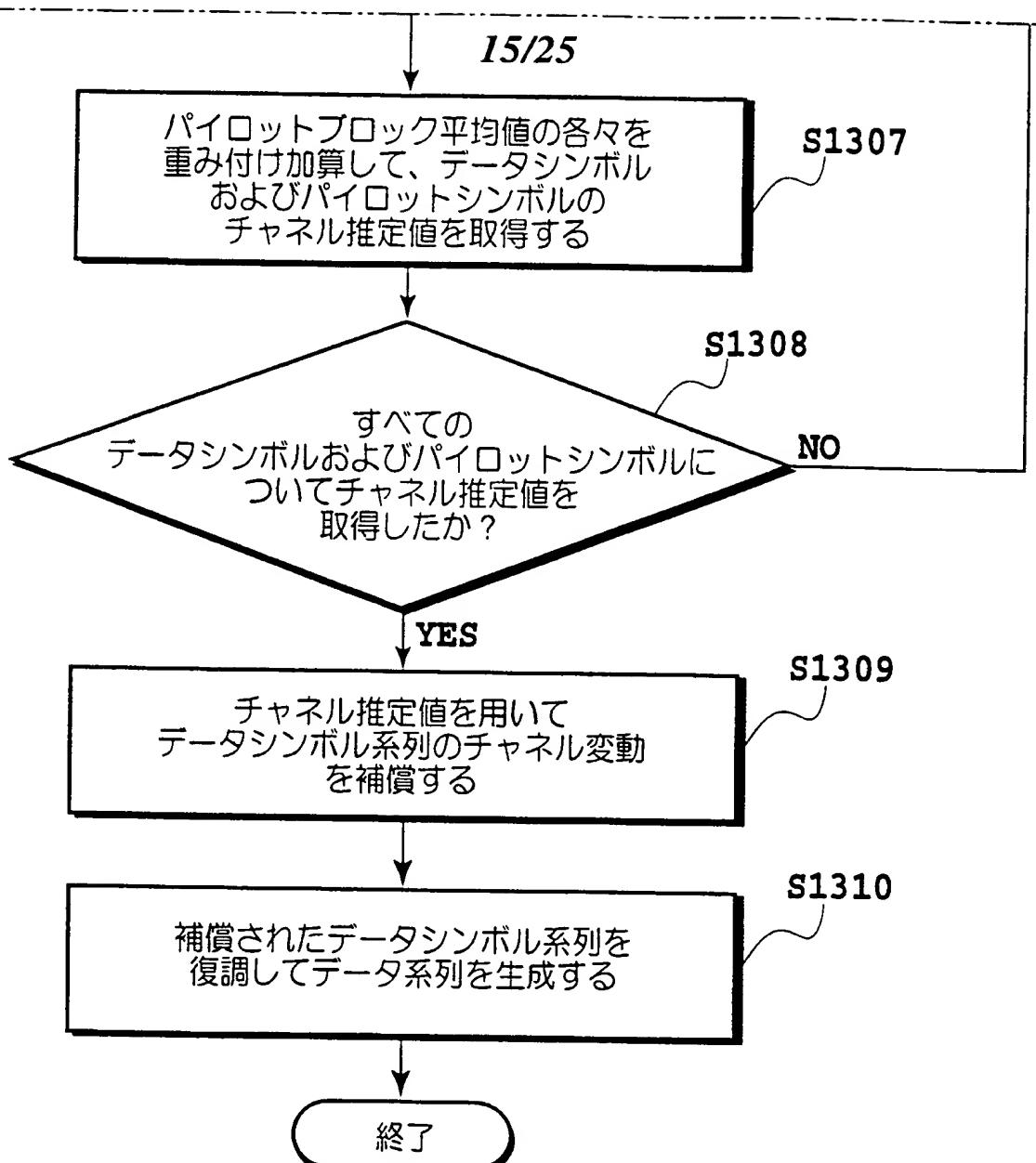
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

14/25

FIG.13



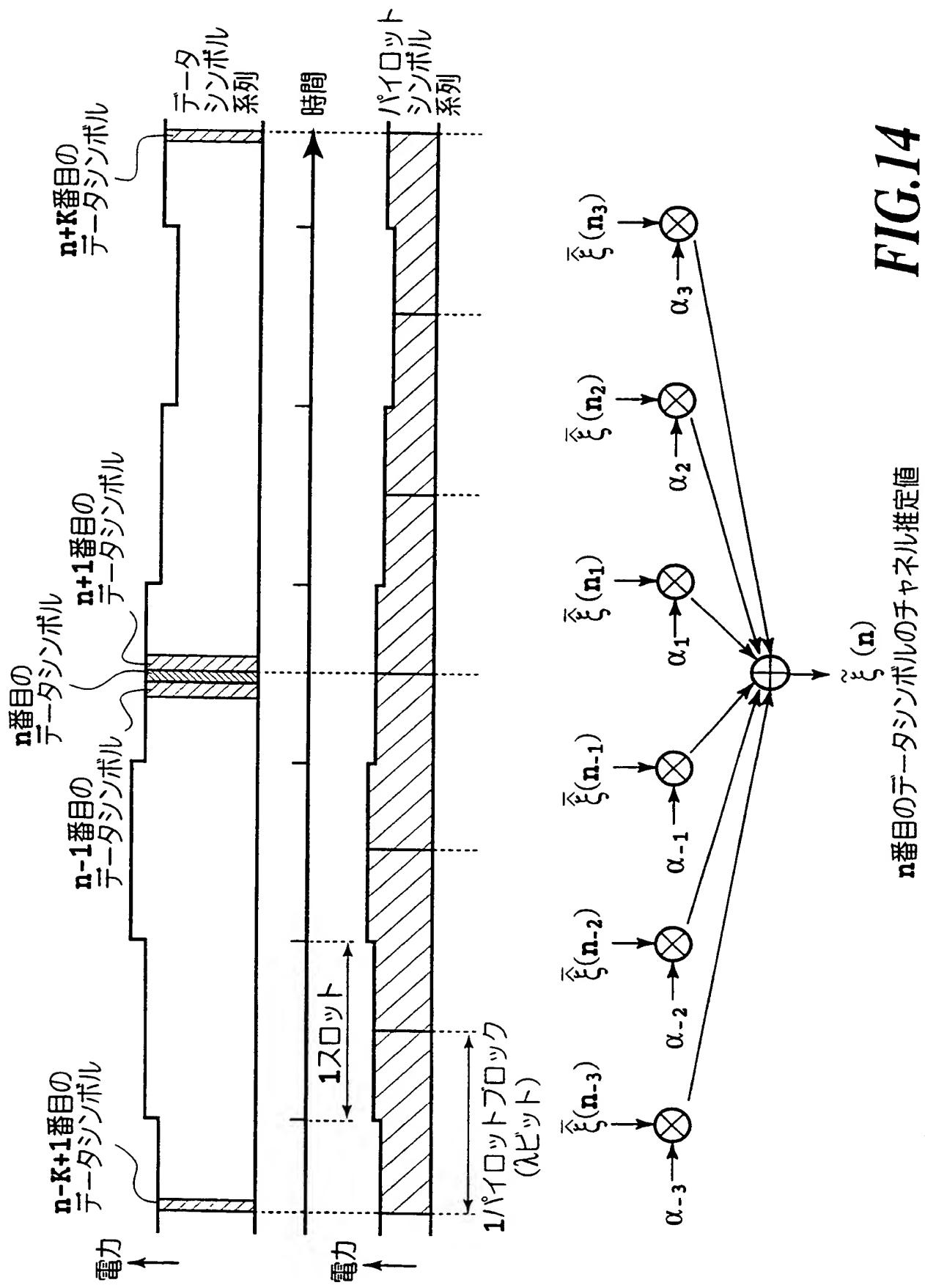
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



**FIG.13B**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

16/25



$n$ 番目のデータシンボルのチャネル推定値

FIG.14

**THIS PAGE BLANK (uspto)**

17/25

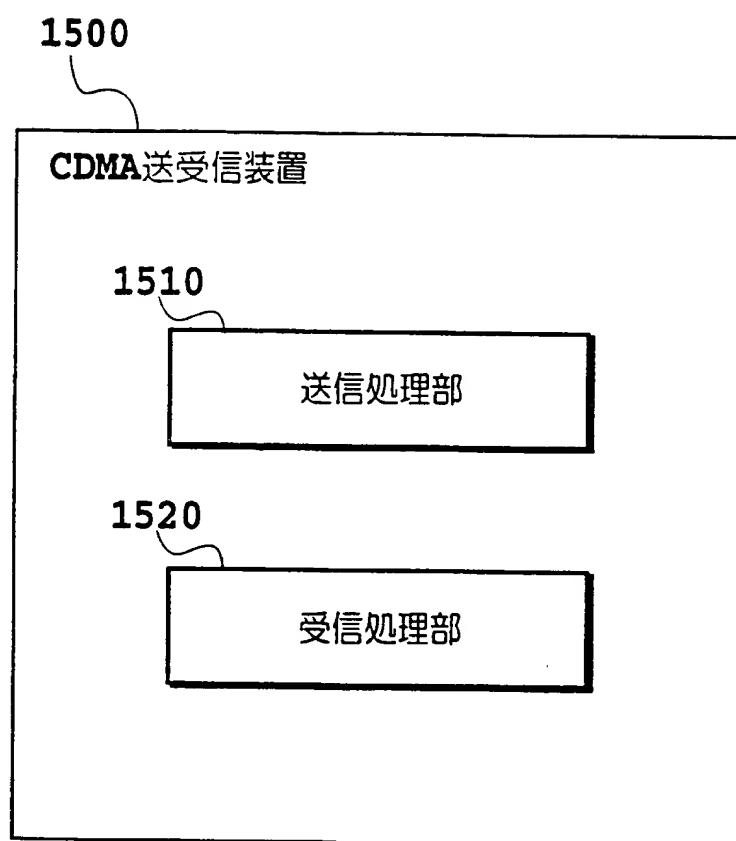


FIG.15

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

18/25

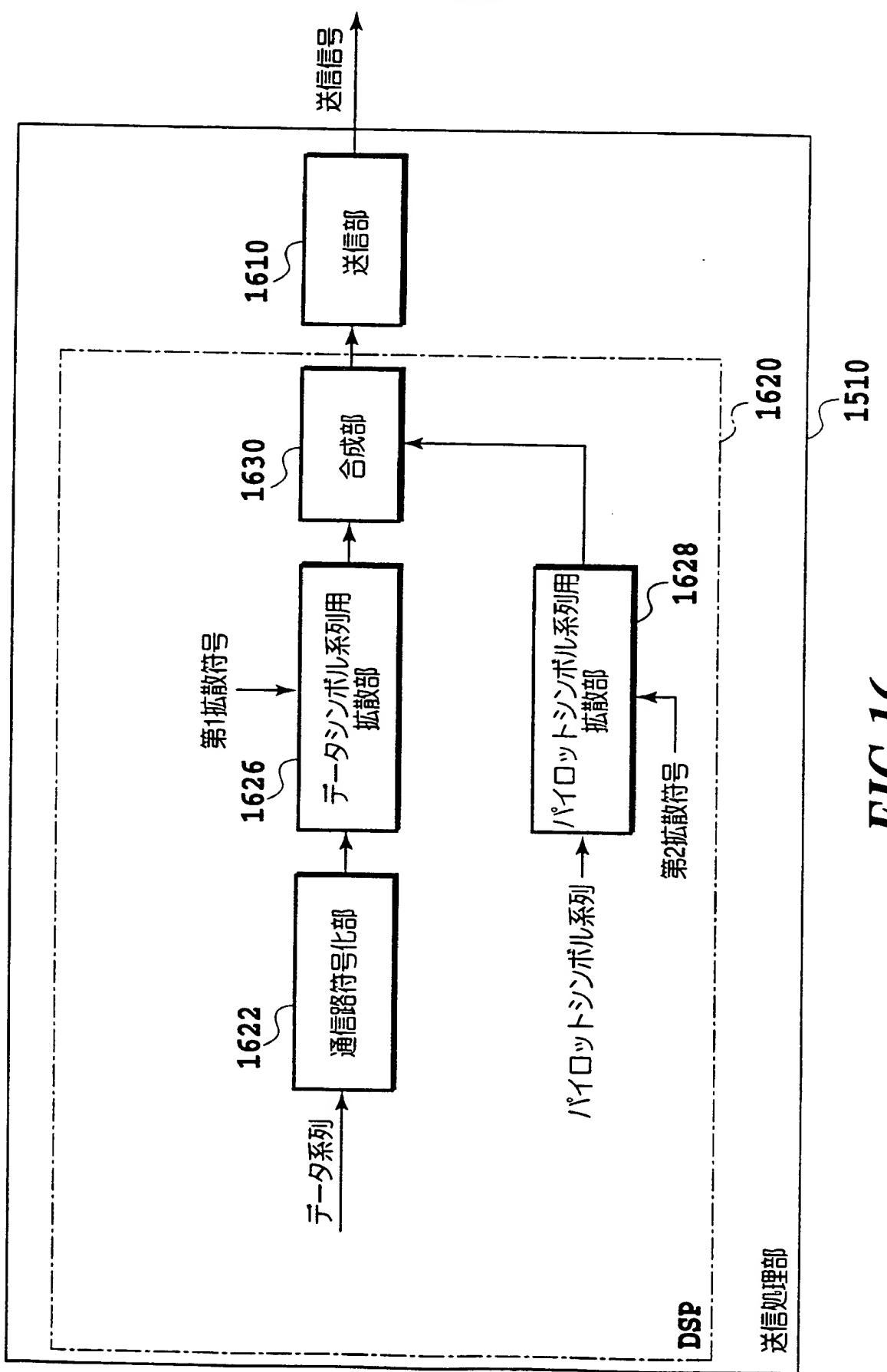


FIG.16

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

19/25

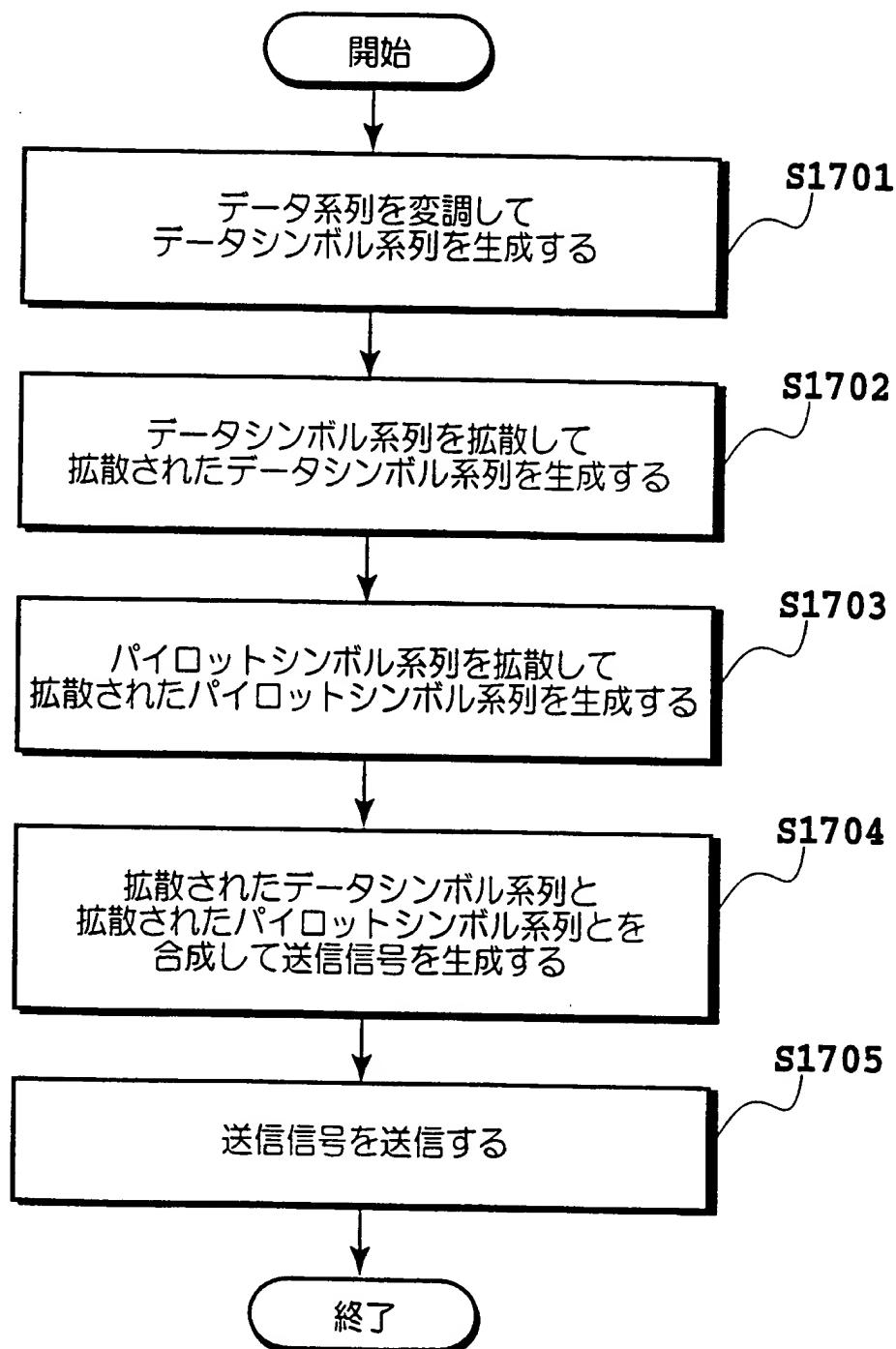


FIG.17

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

20/25

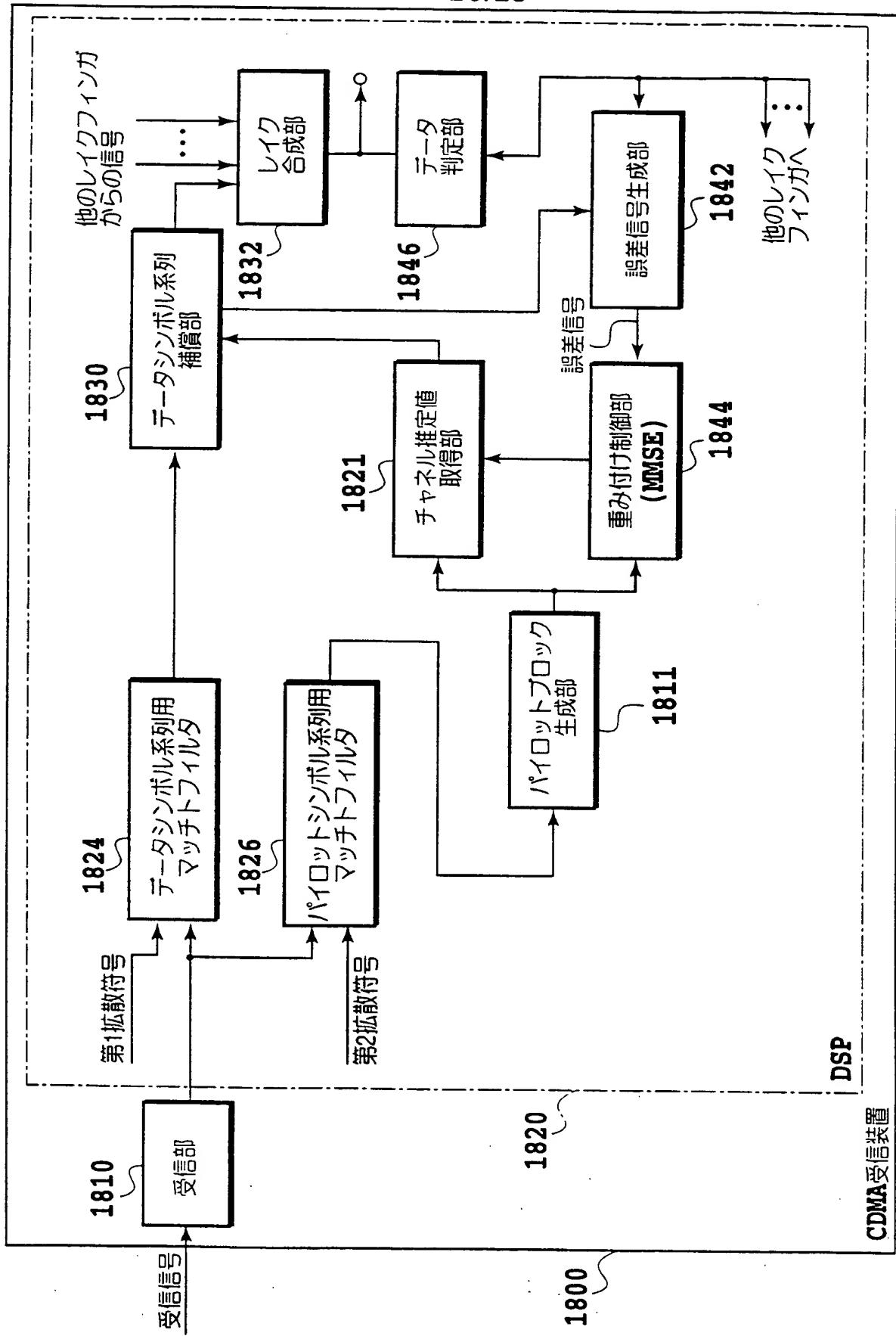


FIG.18

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

21/25

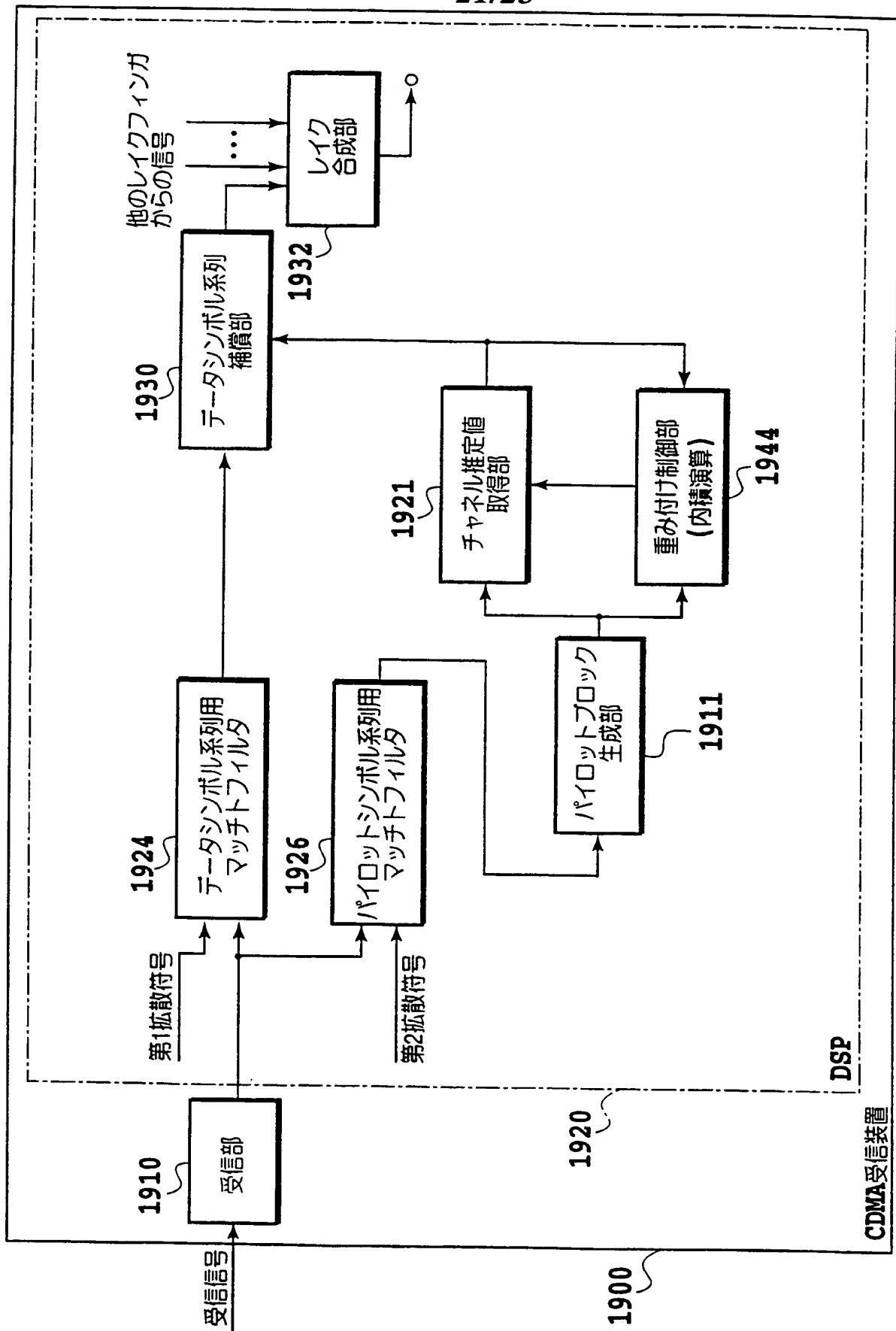


FIG. 19

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

22/25

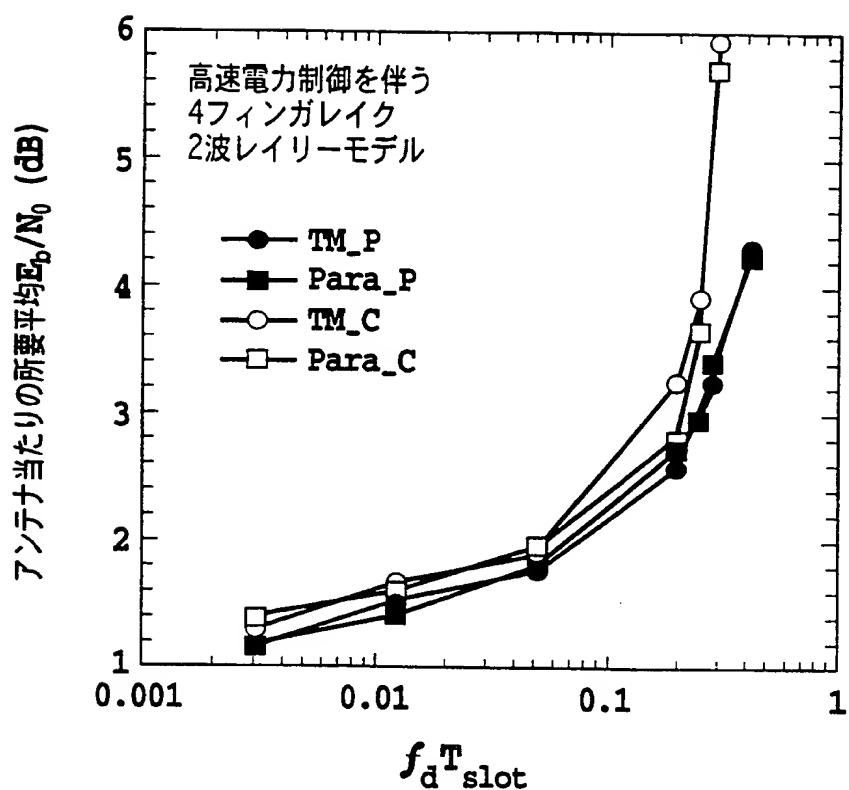


FIG.20

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

23/25

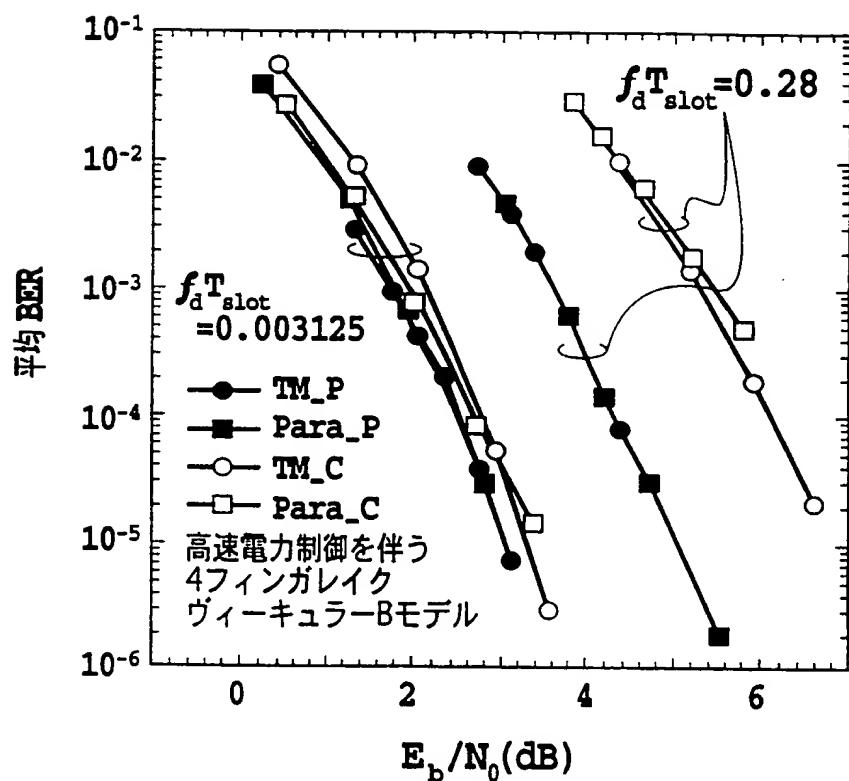


FIG.21

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

24/25

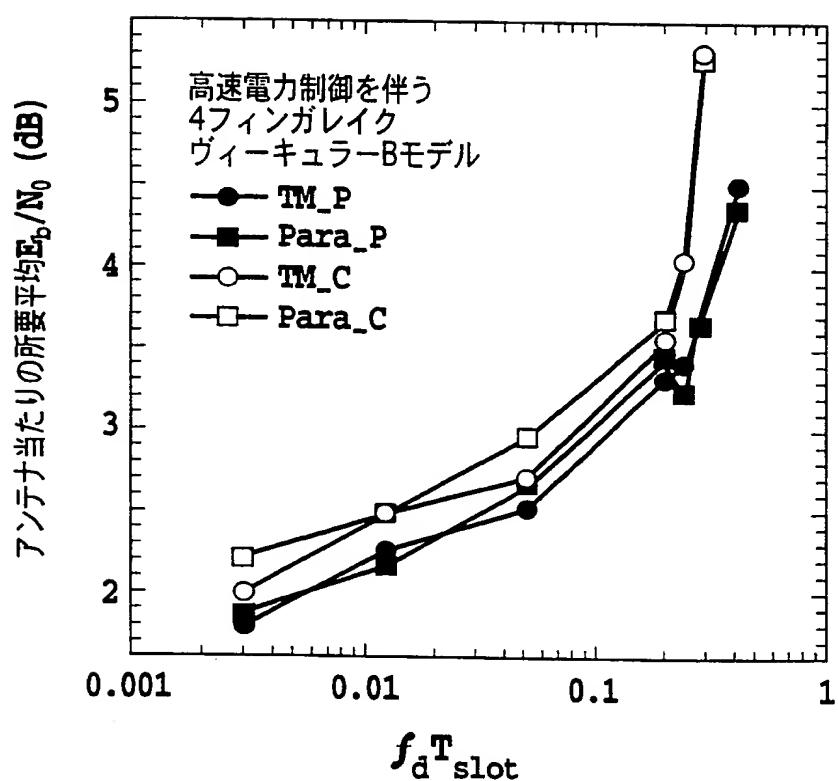


FIG.22

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

25/25

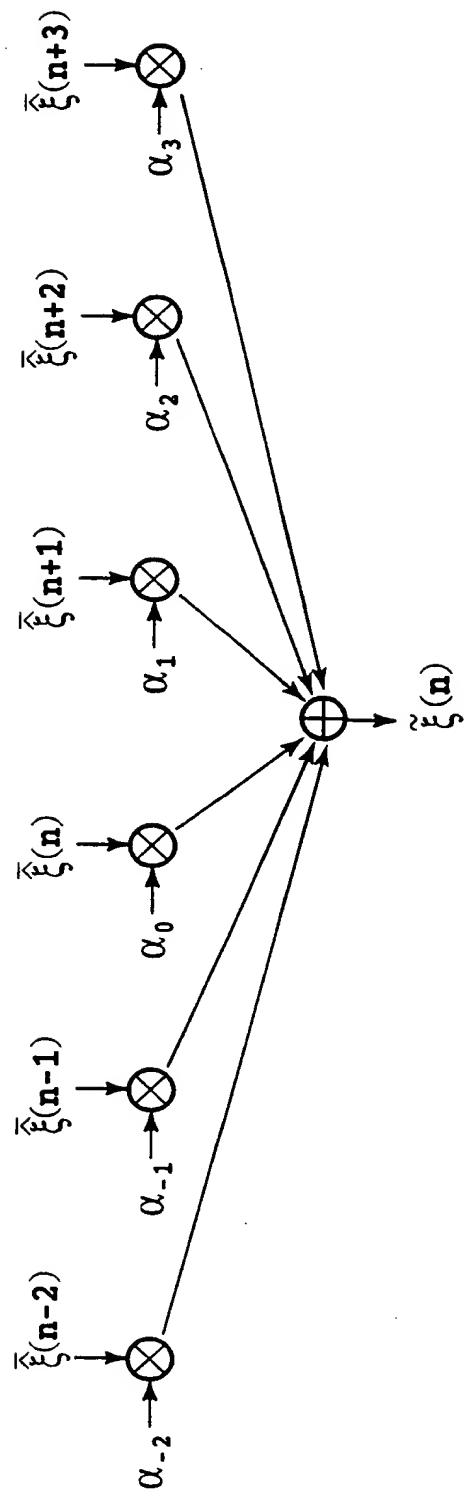
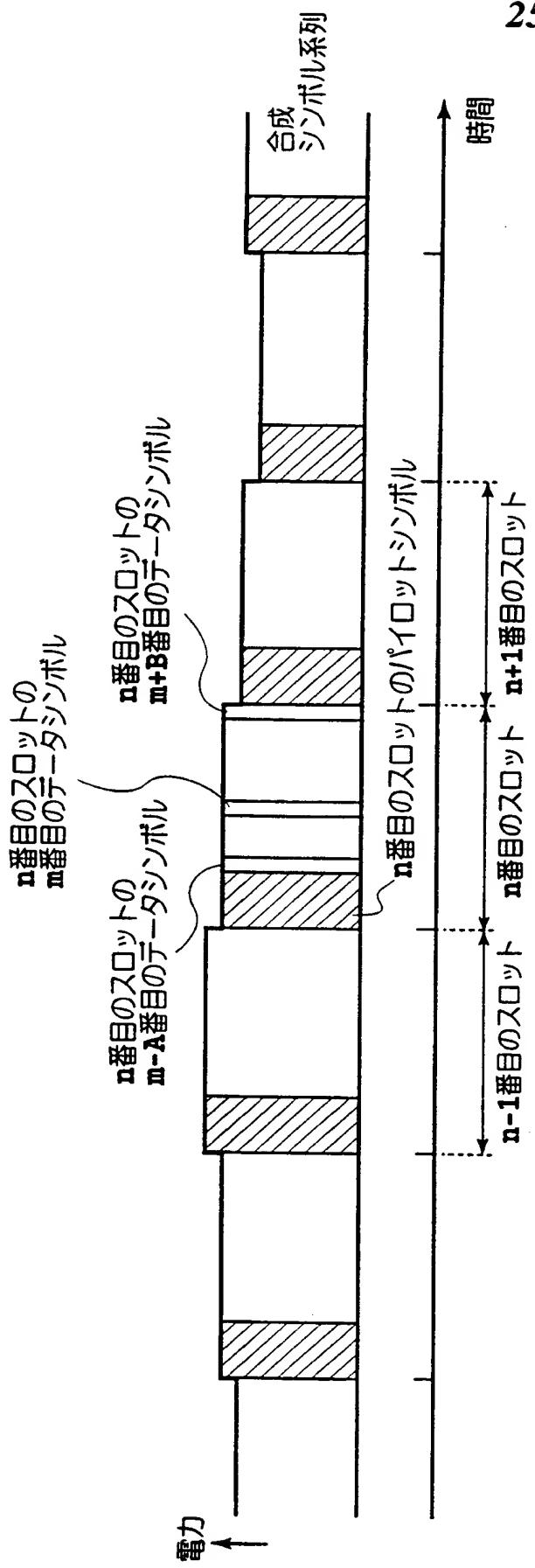


FIG.23  
n番目のスロットのデータシンボルに共通のチャネル推定値

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP99/02154

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
Int.Cl<sup>6</sup> H04J13/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl<sup>6</sup> H04J13/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho (Y1, Y2) 1926-1997 Toroku Jitsuyo Shinan Koho (U) 1994-1999  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho (U) 1971-1999 Jitsuyo Shinan Toroku Koho (Y2) 1996-1999

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP, 08-335898, A (NTT Mobile Communications Network Inc.), 17 December, 1996 (17. 12. 96), Fig. 1 (Family: none)	1-19
A	JP, 09-008770, A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 10 January, 1997 (10. 01. 97), Fig. 7 (Family: none)	1-19
A	JP, 10-051424, A (NTT Mobile Communications Network Inc.), 20 February, 1998 (20. 02. 98), Fig. 1 (Family: none)	1-19

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

- \* Special categories of cited documents:
- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
29 July, 1999 (29. 07. 99)

Date of mailing of the international search report  
17 August, 1999 (17. 08. 99)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Faxsimile No.

Telephone No.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

## 国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP99/02154

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））  
Int. Cl. H04J13/00

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））  
Int. Cl. H04J13/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報（Y1、Y2）	1926-1997
日本国公開実用新案公報（U）	1971-1999
日本国登録実用新案公報（U）	1994-1999
日本国実用新案登録公報（Y2）	1996-1999

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP, 08-335898, A (エヌ・ティ・ティ移動通信網株式会社), 17. 12月. 1996 (17. 12. 96)、図1 (ファミリーなし)	1~19
A	JP, 09-008770, A (松下電器産業株式会社), 10. 1月. 1997 (10. 01. 97)、図7 (ファミリーなし)	1~19
A	JP, 10-051424, A (エヌ・ティ・ティ移動通信網株式会社), 20. 2月. 1998 (20. 02. 98)、図1 (ファミリーなし)	1~19

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

- 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
- 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
- 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
- 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
- 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

## の日の後に公表された文献

- 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
- 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
- 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
- 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

29. 07. 99

国際調査報告の発送日

17.08.99

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

石井 研一

印

5K 8124

電話番号 03-3581-1101 内線 3555

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USPTO)